



Ernährungssysteme, Agrarökologie und Nachhaltigkeit

Adrian Müller

adrian.mueller@fibl.org

Was heisst «die Welt ernähren»?



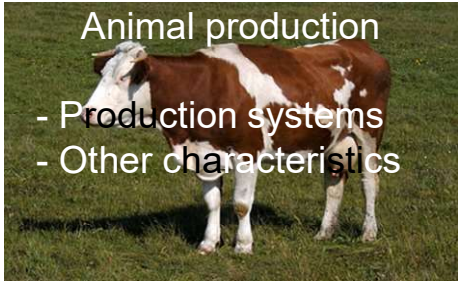
- Fast 10 Milliarden Menschen in 2050
- FAO: über 3000 kcal/cap/d
- Hohe Anteile (kraftfutterbasierter)
tierischer Produkte in der Ernährung



- Inputs:**
- Grasslands
 - Other roughage
 - Concentrates
 - Electricity, fuels
 - Buildings, infrastructure
 - Water

- Emissions from manure management: CH₄, N and N₂O (direct and indirect: NO₃, NH₃)
- CH₄-Emissions from enteric fermentation
- Emissions from inputs

- Outputs:**
- Meat, milk, eggs
 - Wool, skins, hides
 - Bones, waste
 - Manure



Animal production

- Production systems
- Other characteristics

- Herd structure
- Animal sourced feed

- Grass
- Other roughage
- Concentrates
- By-products

- Manure

- Residues, compost, etc.



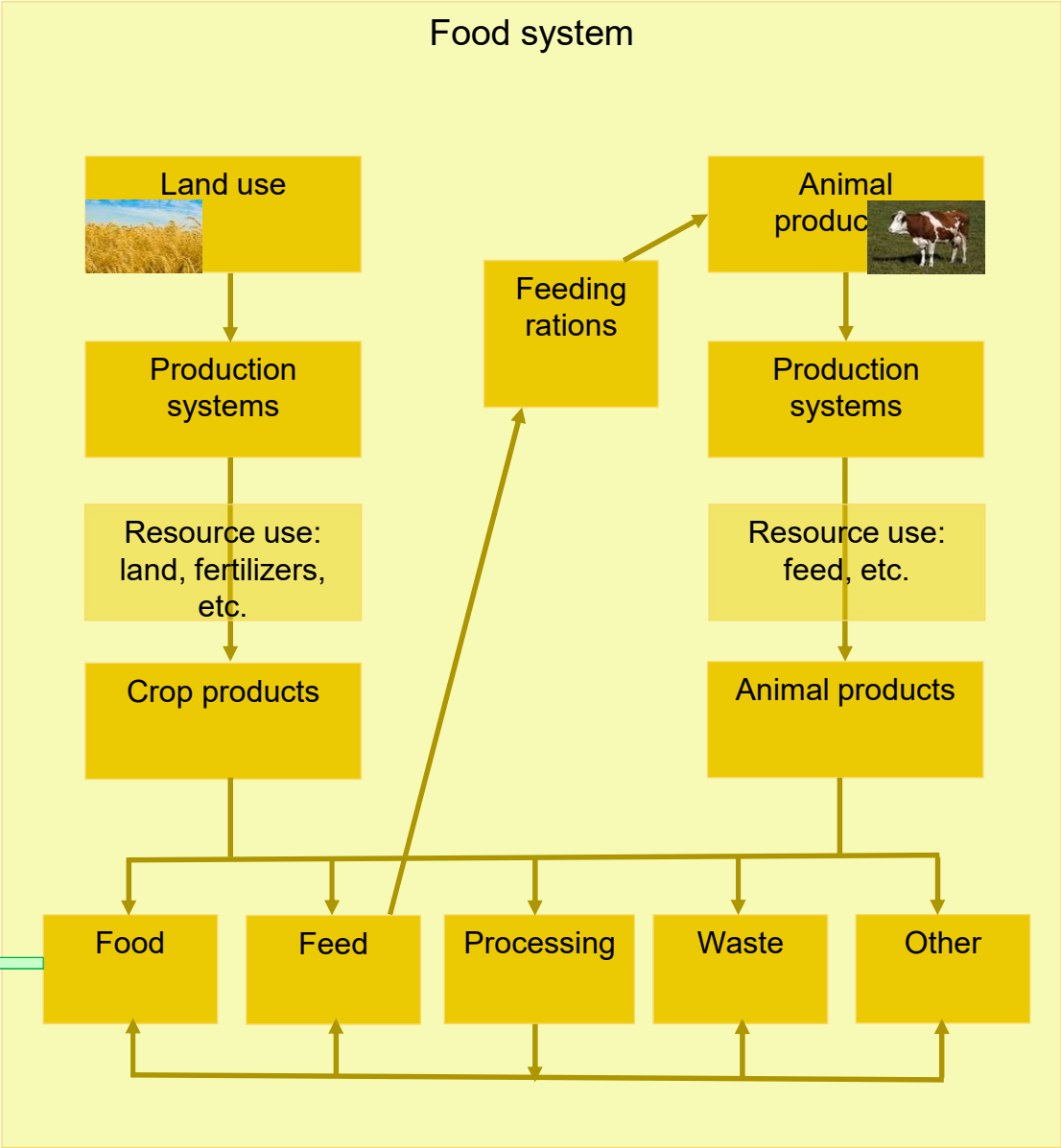
Land use

- Production systems
- Other characteristics

- Outputs:**
- Yields
 - Residues

- Emissions from fertilizer application: N and N₂O (direct and indirect: NO₃, NH₃)
- CH₄-Emissions from rice
- Emissions from inputs

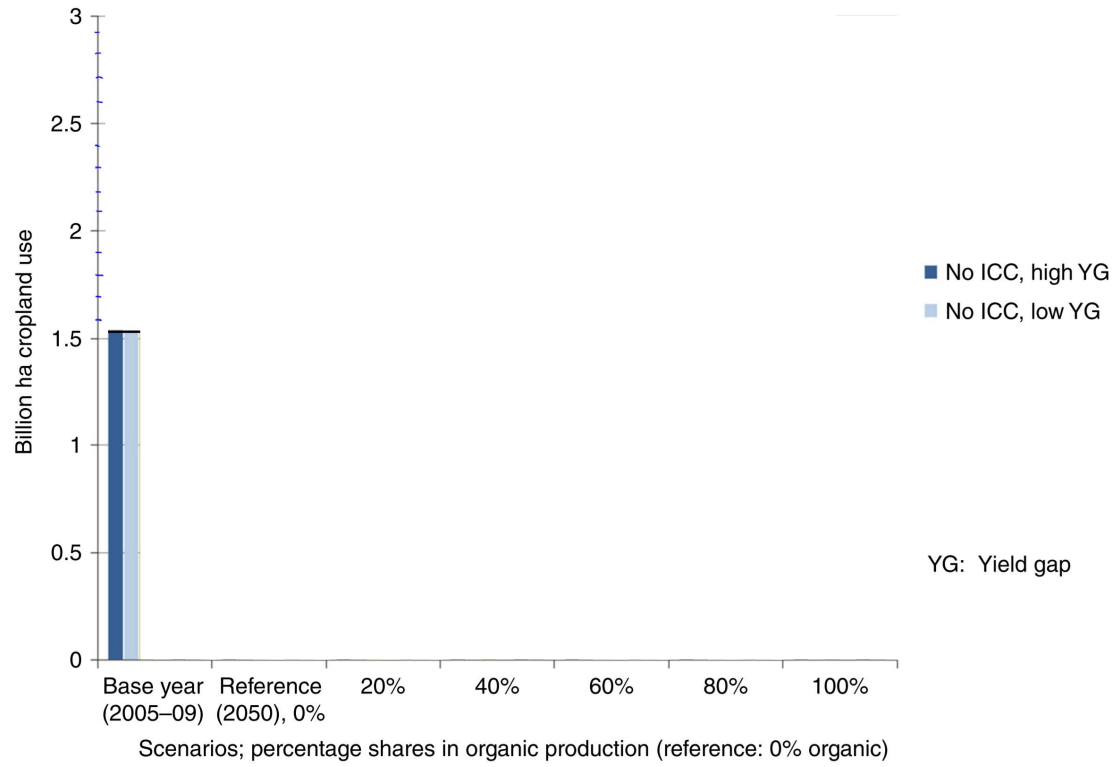
- Inputs:**
- Mineral fertilizers
 - N-fixation
 - N-deposition
 - Seeds
 - Plant protection
 - Water
 - Electricity, fuels
 - Buildings, infrastructure

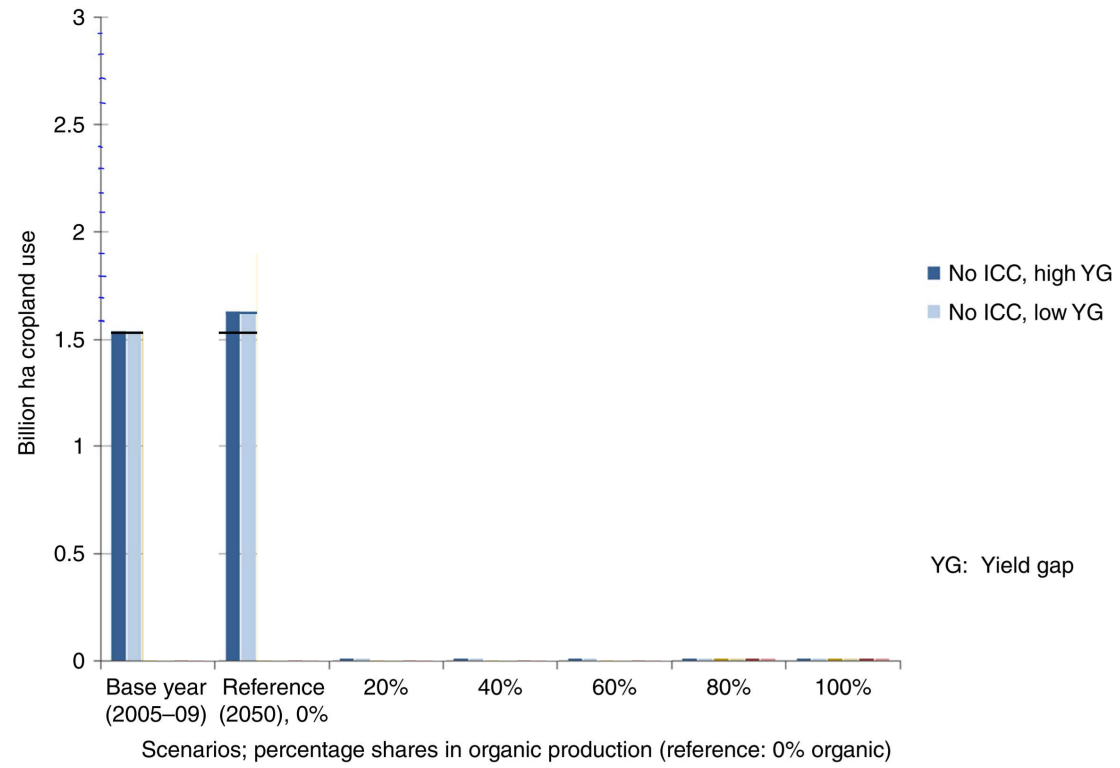


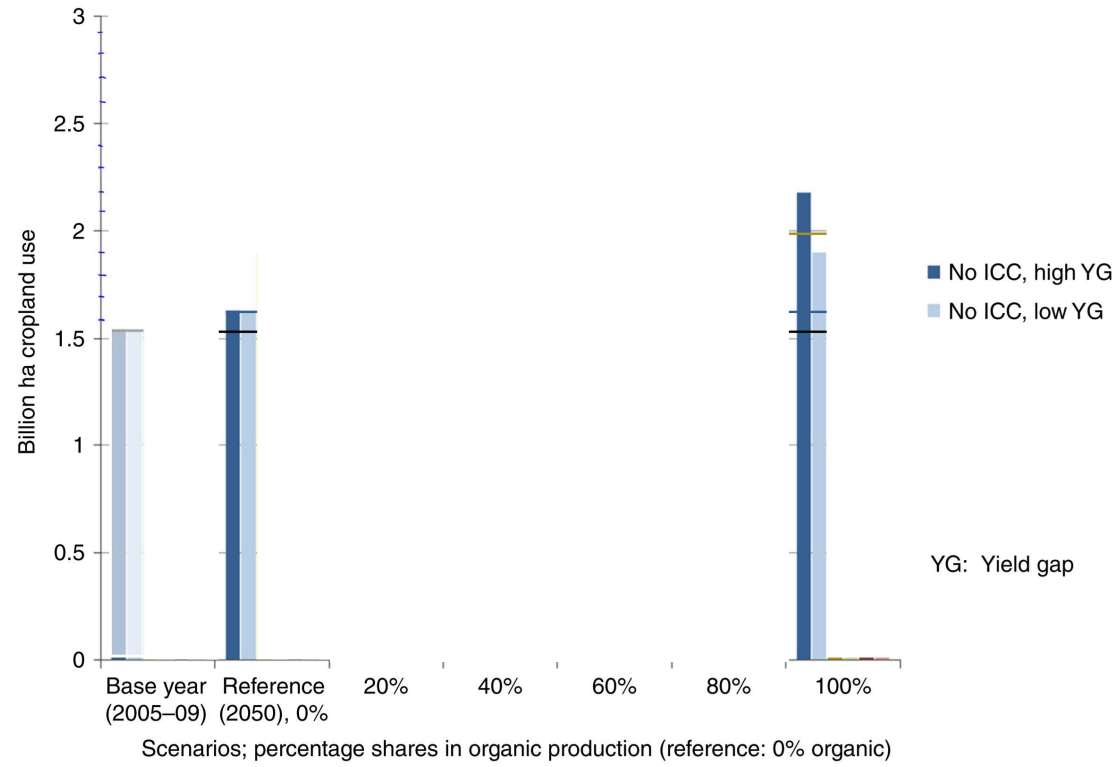
- Environmental impacts:**
- Energy (CED)
 - GHGs
 - N-Surplus
 - P-Surplus
 - Area use
 - Deforestation pressure
 - Soil erosion
 - Toxicity

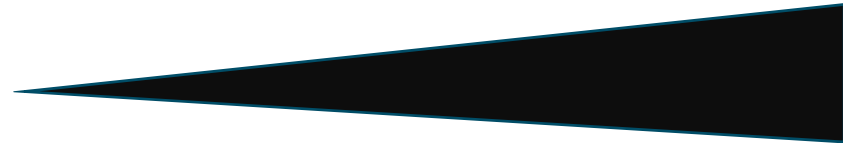
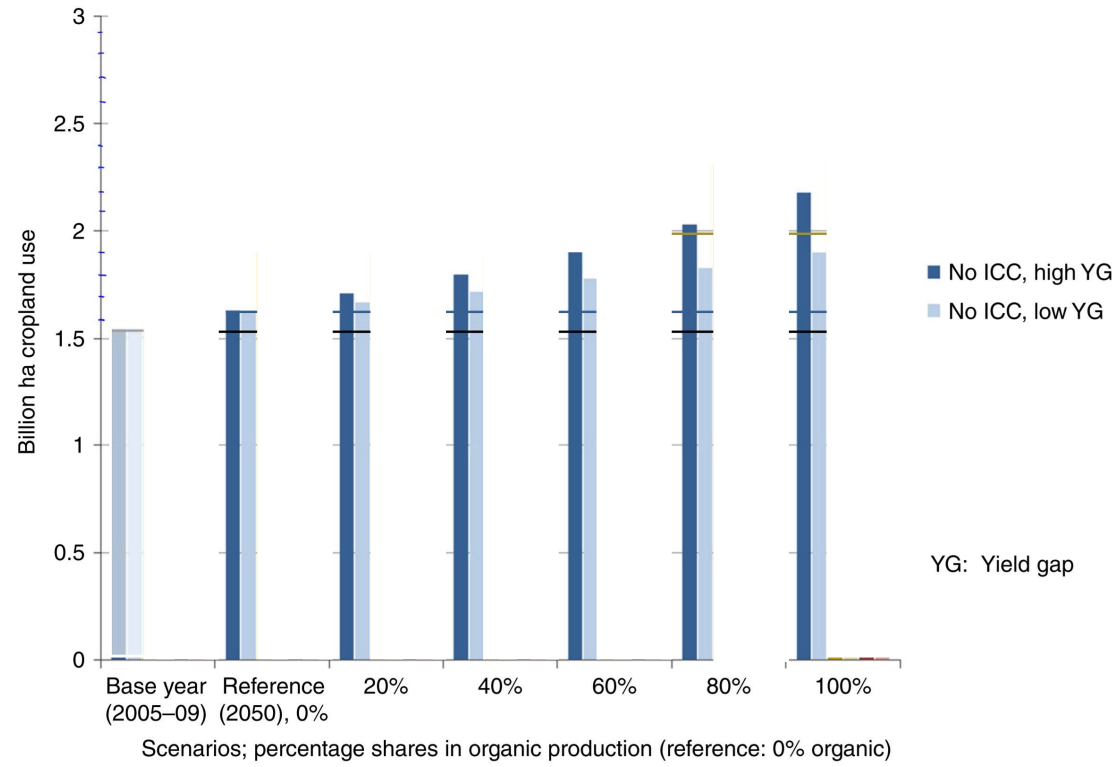
- Food availability:**
- Calories
 - Protein
 - Etc.

Resultate der Modellierungen

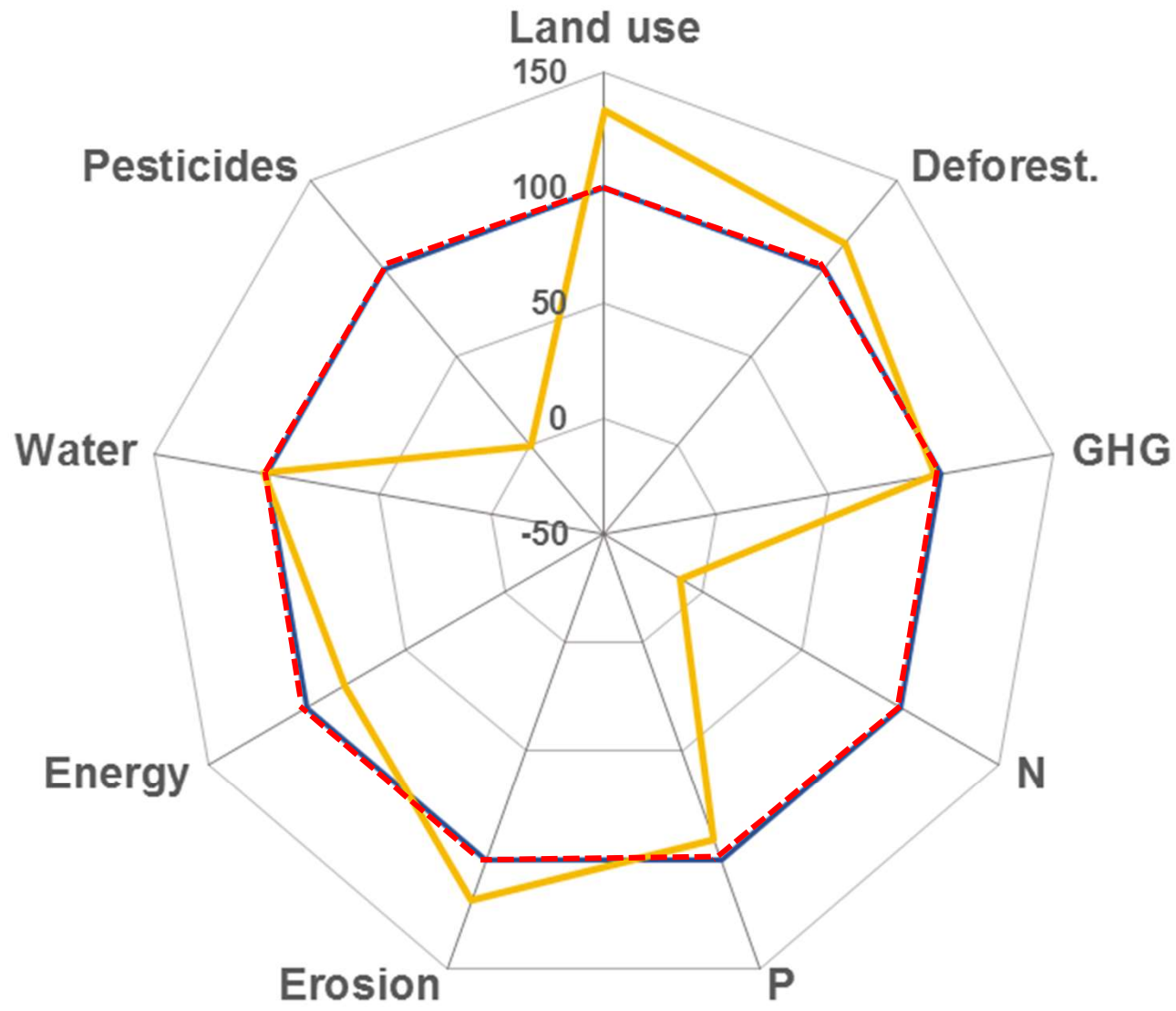








Weitere Umweltindikatoren neben Landverbrauch



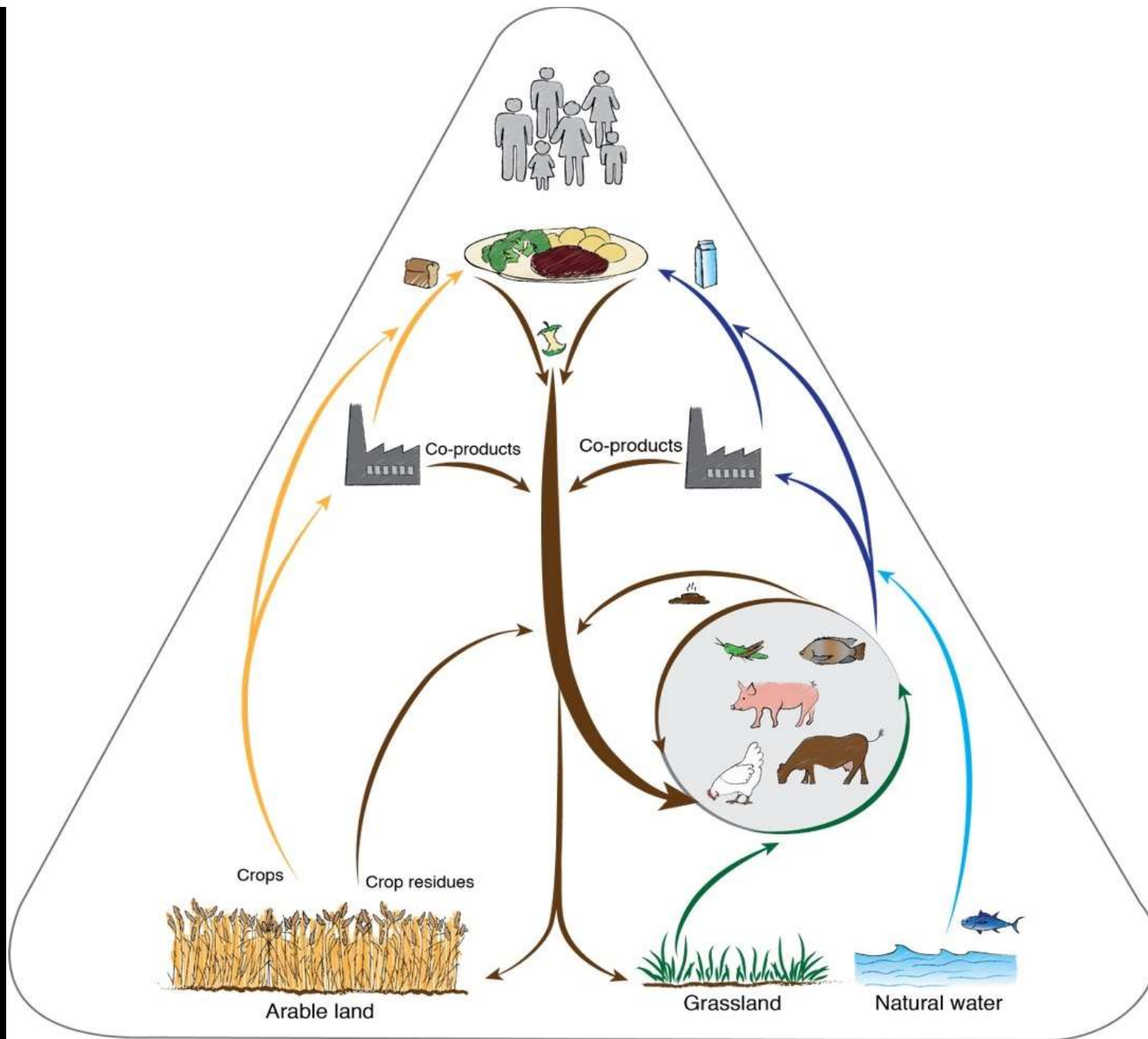
— Reference: 0% organic — 100% organic

Was heisst «die Welt ernähren»?



- Fast 10 Milliarden Menschen in 2050
- FAO: über 3000 kcal/cap/d
- Hohe Anteile (kraftfutterbasierter)
tierischer Produkte in der Ernährung





Van Zanten et al., 2019

Resultate der Modellierungen



% Reduction in
food-competing feed

0

50

100

% Organic

0

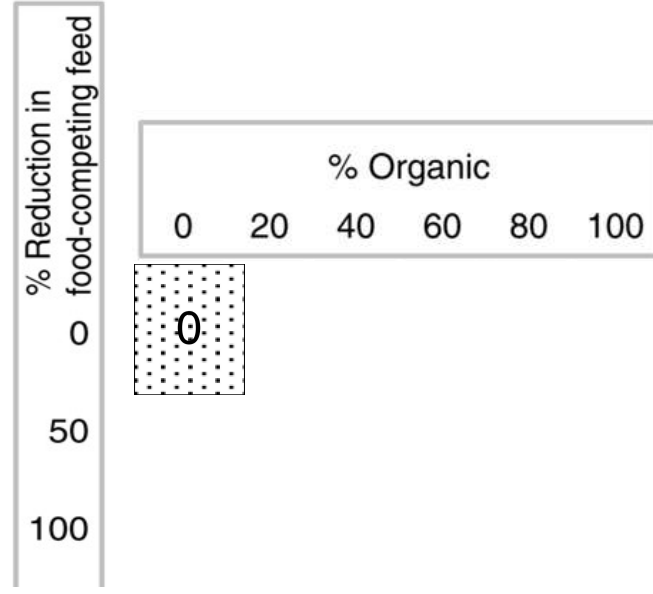
20

40

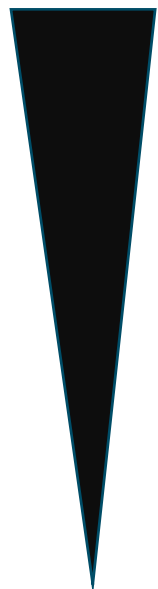
60

80

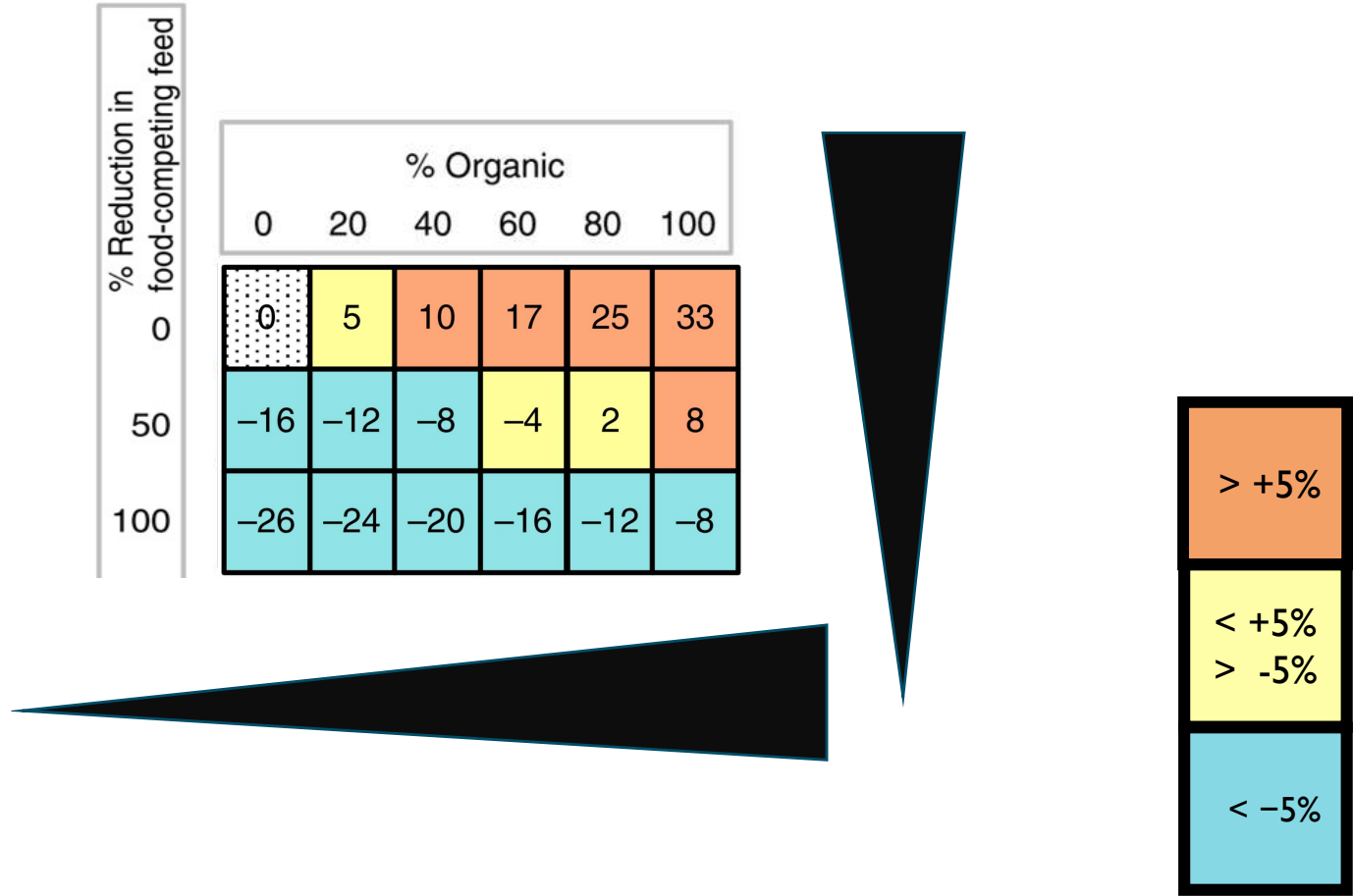
100



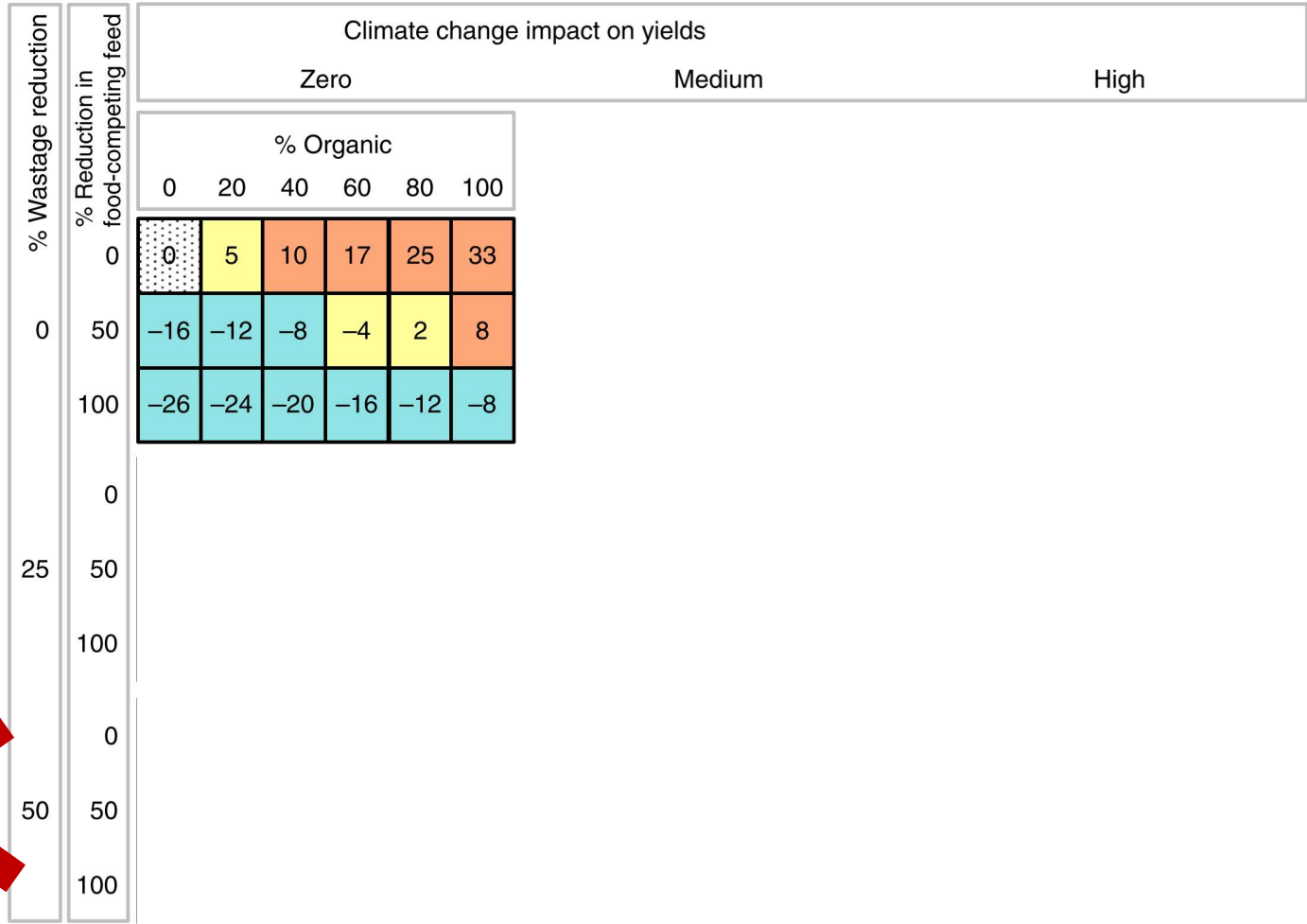
% Reduction in food-competing feed	% Organic					
	0	20	40	60	80	100
0	0	5	10	17	25	33
50	-16	-12	-8	-4	2	8
100	-26	-24	-20	-16	-12	-8

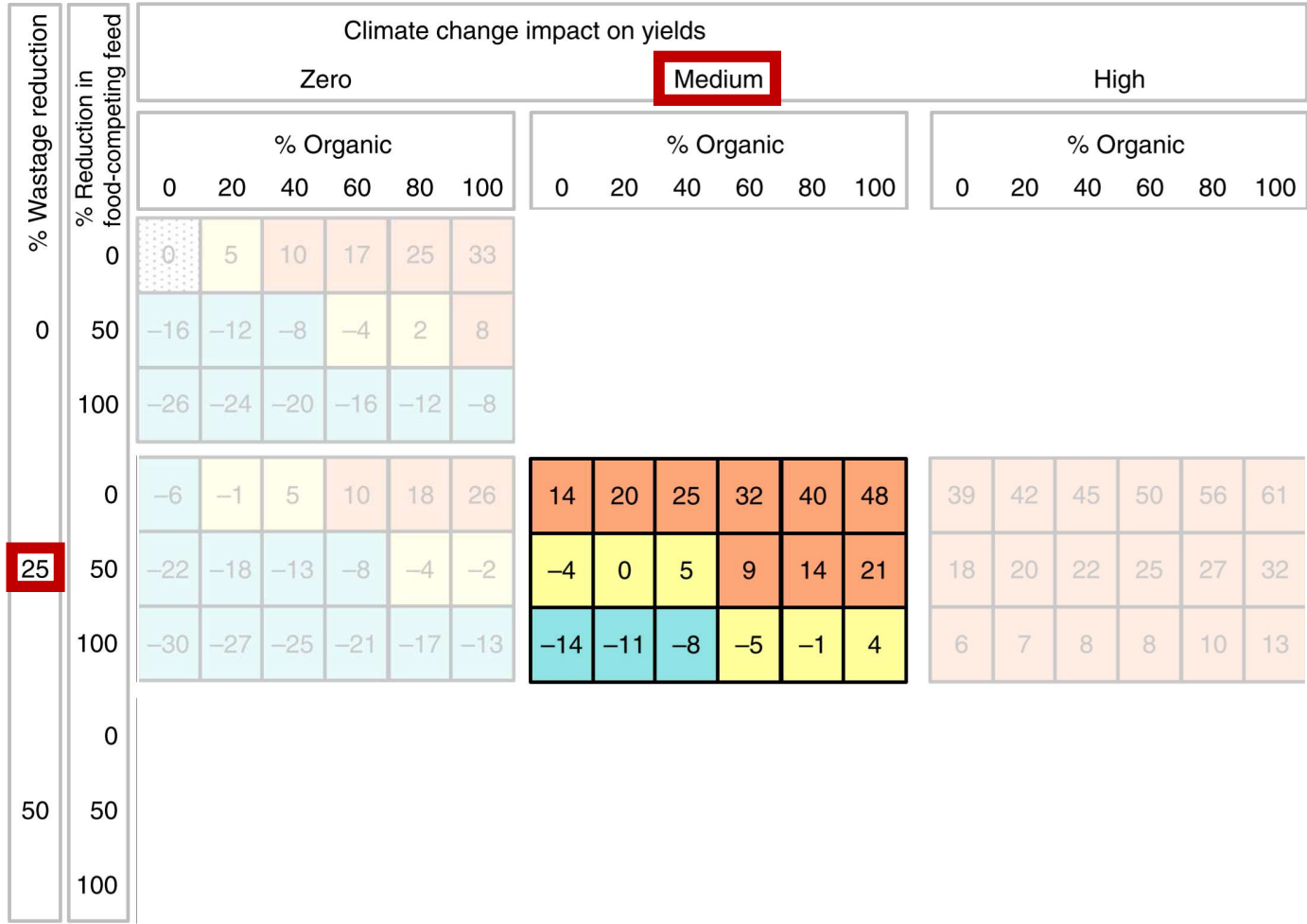


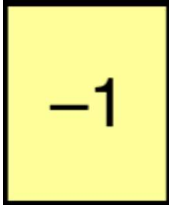
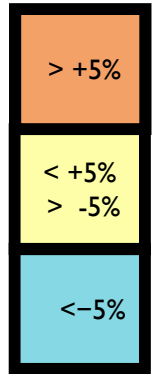
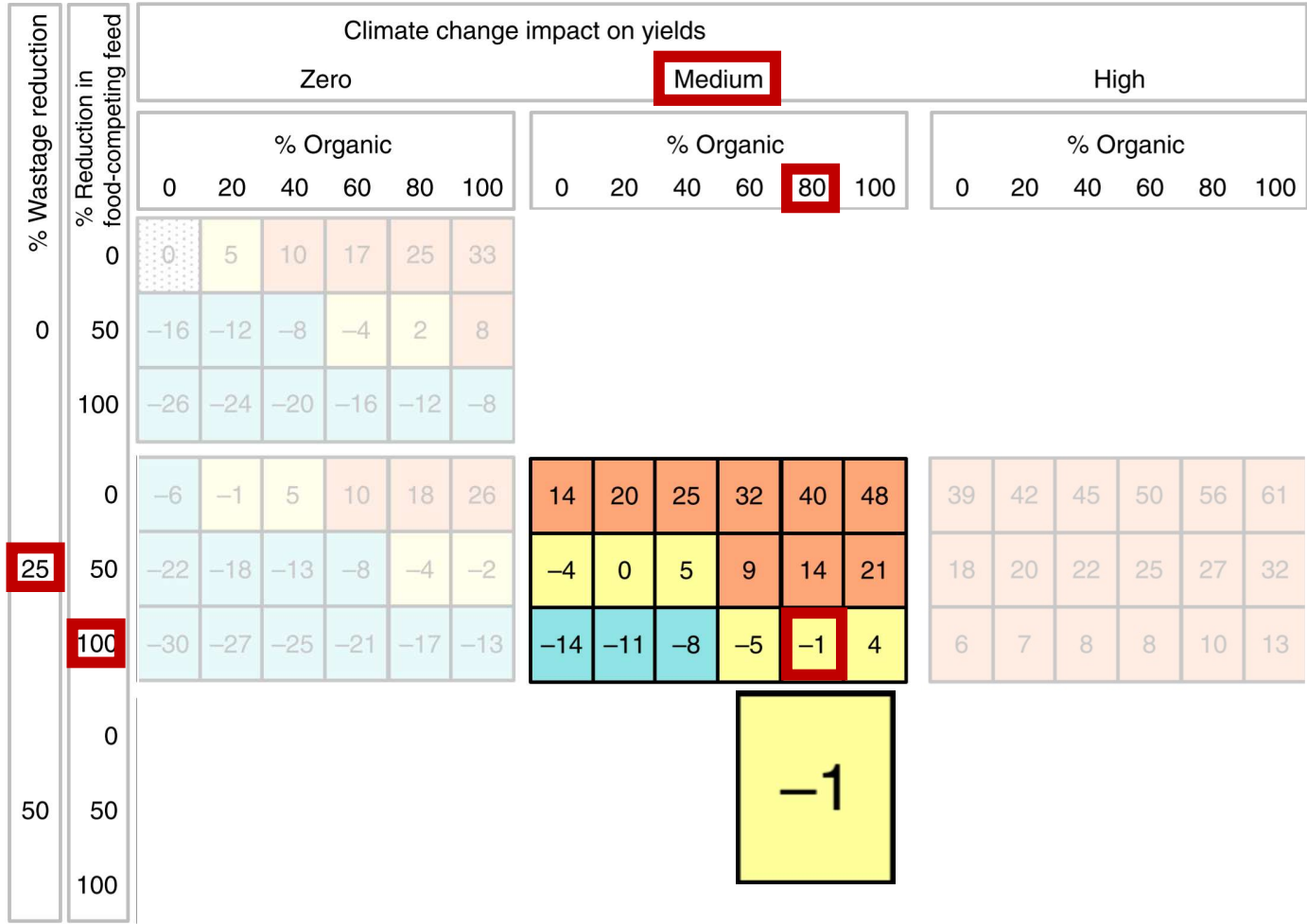
> +5%
< +5% > -5%
< -5%

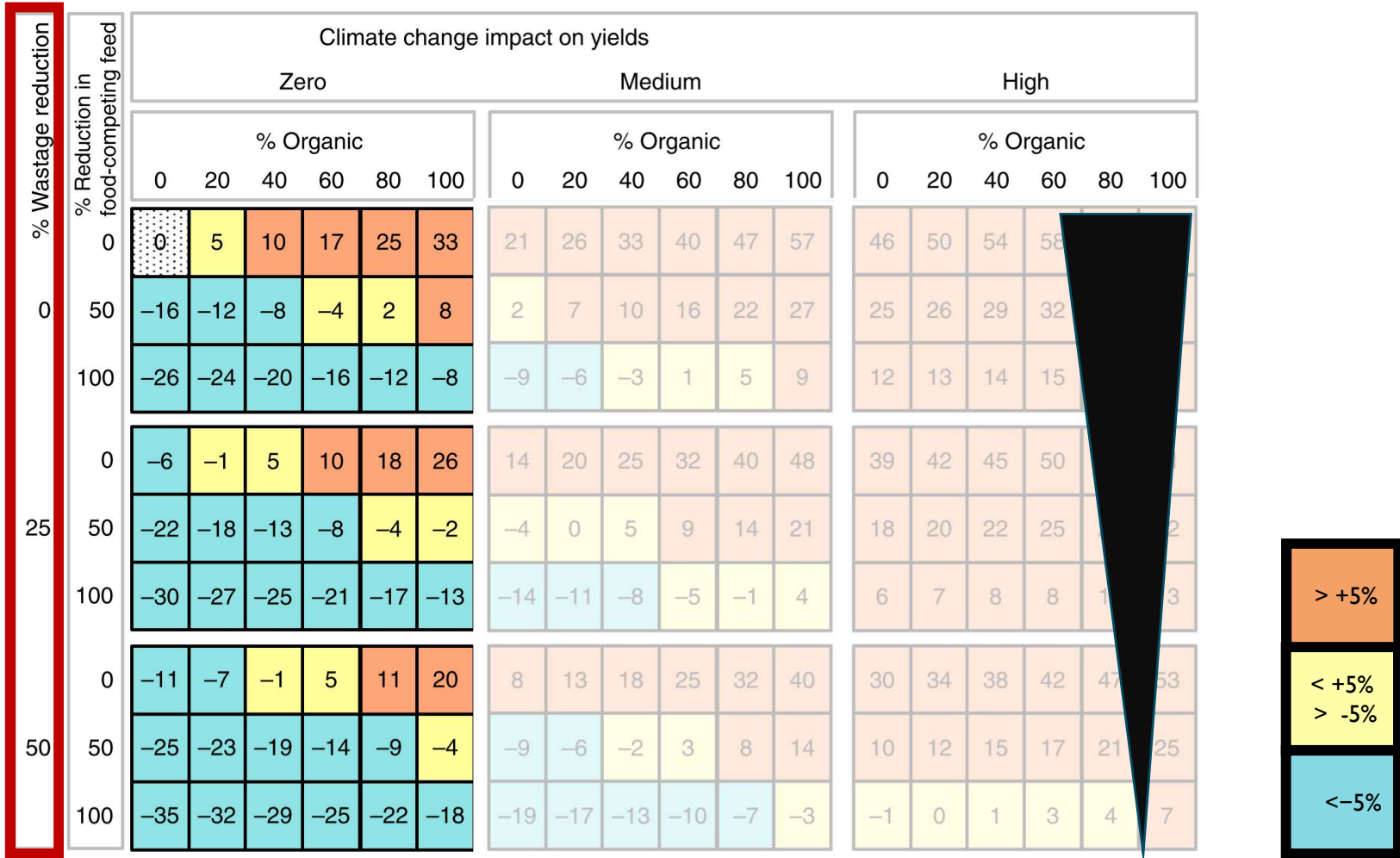


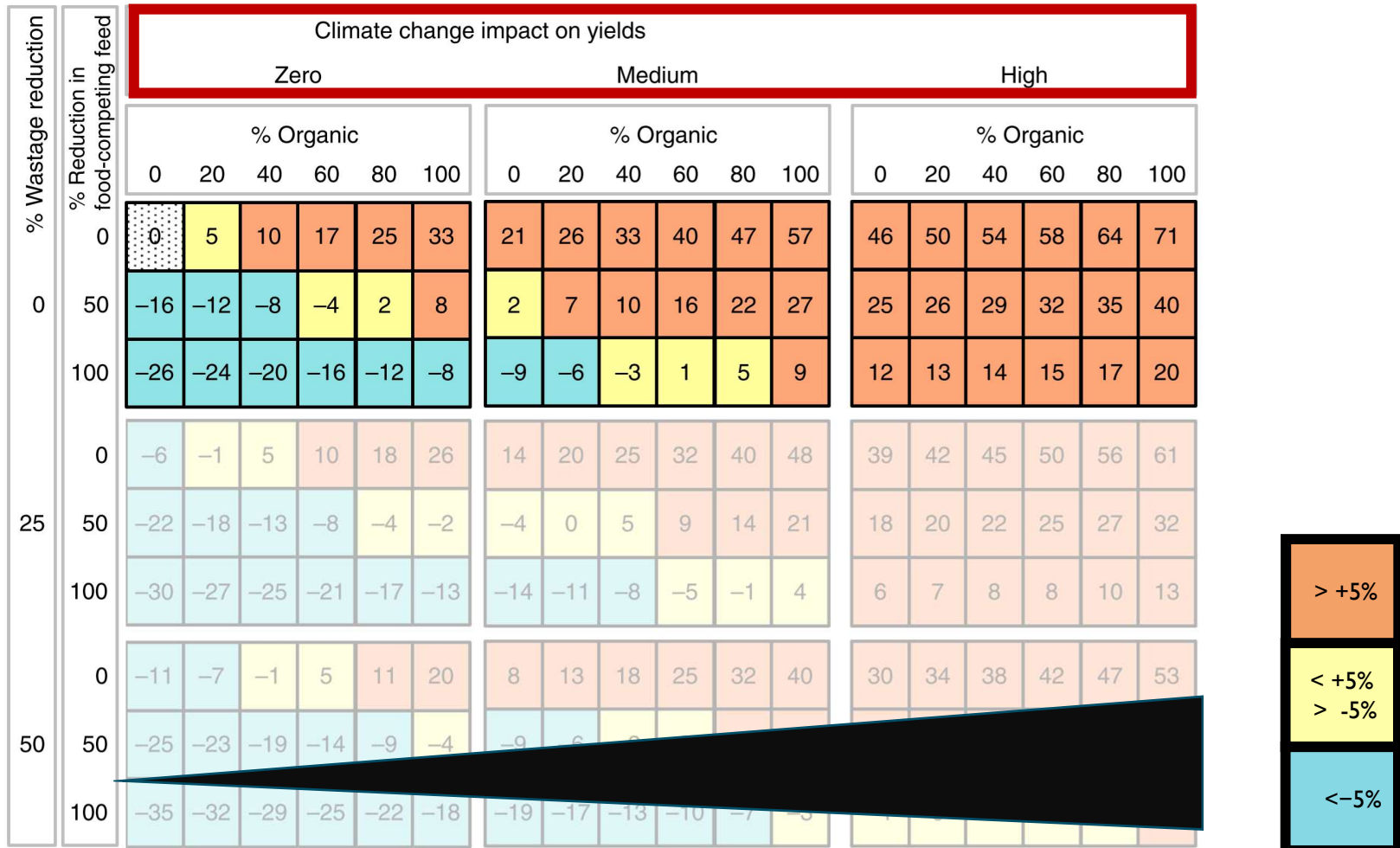
Muller et al. 2017; Courtesy: R. Zürcher



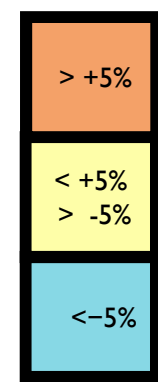








		Climate change impact on yields																		
		Zero						Medium						High						
		% Organic						% Organic						% Organic						
		0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	
0	% Wastage reduction	0	5	10	17	25	33	21	26	33	40	47	57	46	50	54	58	64	71	
	% Reduction in food-competing feed	50	-16	-12	-8	-4	2	8	2	7	10	16	22	27	25	26	29	32	35	40
	100	-26	-24	-20	-16	-12	-8	-9	-6	-3	1	5	9	12	13	14	15	17	20	
25	% Wastage reduction	0	-6	-1	5	10	18	26	14	20	25	32	40	48	39	42	45	50	56	61
	% Reduction in food-competing feed	50	-22	-18	-13	-8	-4	-2	-4	0	5	9	14	21	18	20	22	25	27	32
	100	-30	-27	-25	-21	-17	-13	-14	-11	-8	-5	-1	4	6	7	8	8	10	13	
50	% Wastage reduction	0	-11	-7	-1	5	11	20	8	13	18	25	32	40	30	34	38	42	47	53
	% Reduction in food-competing feed	50	-25	-23	-19	-14	-9	-4	-9	-6	-2	3	8	14	10	12	15	17	21	25
	100	-35	-32	-29	-25	-22	-18	-19	-17	-13	-10	-7	-3	-1	0	1	3	4	7	

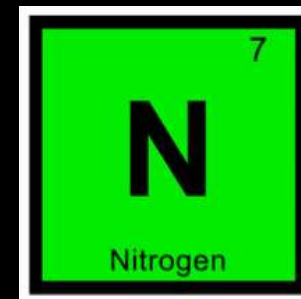


Nährstoffversorgung

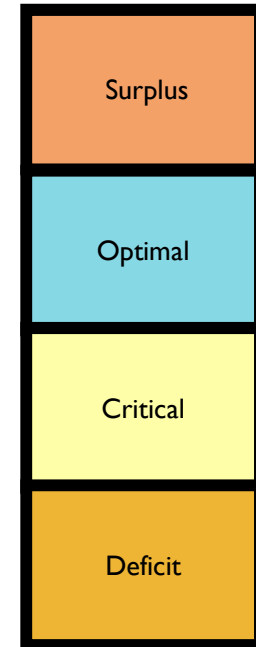
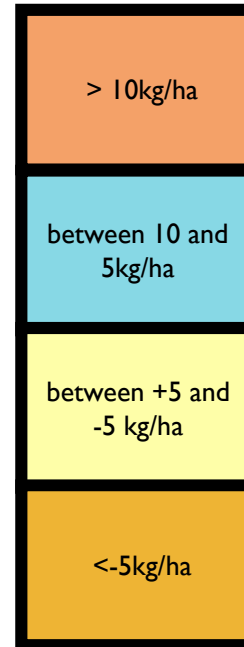
Nährstoffversorgung:

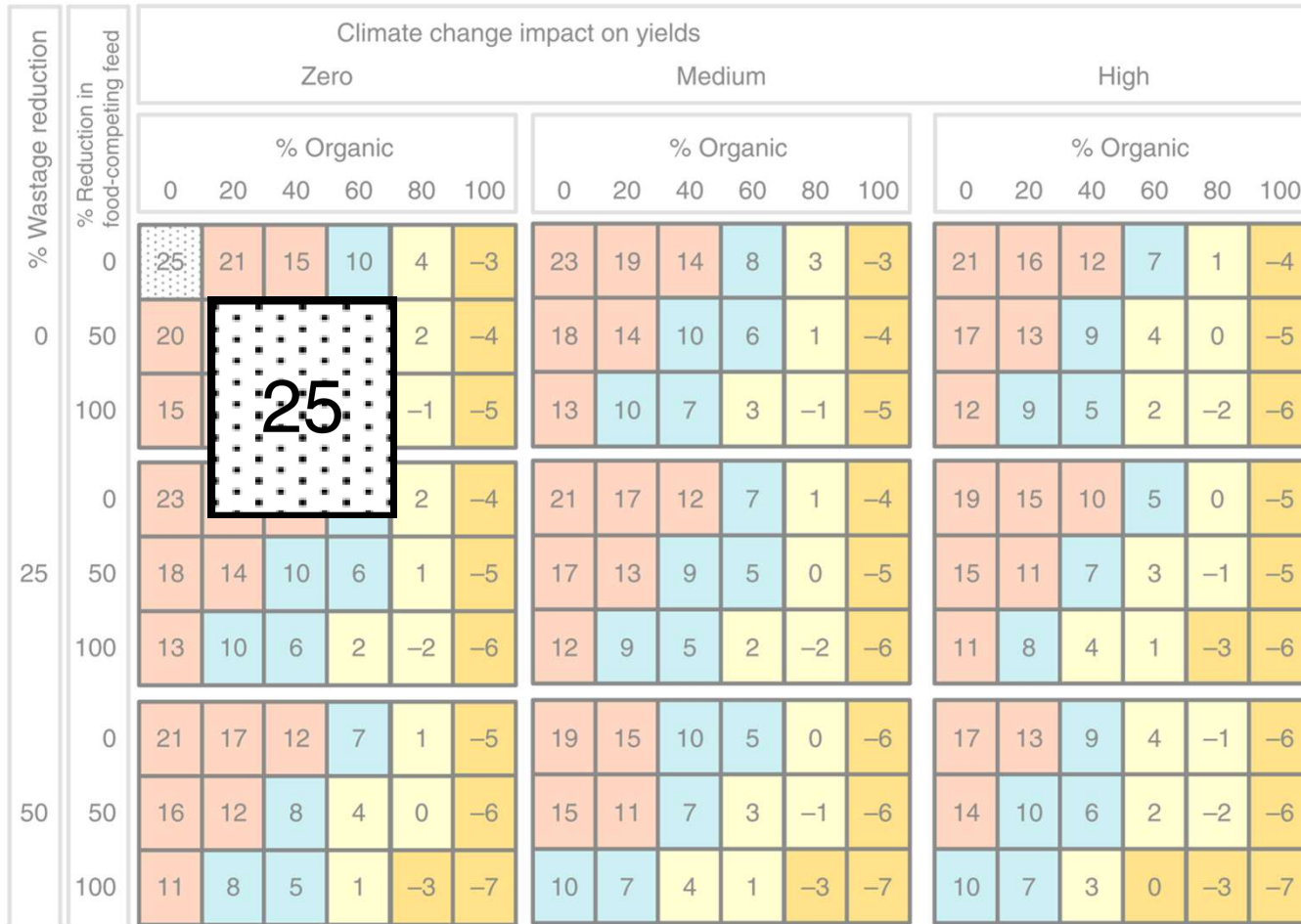
Bio: Nicht nur die Produkte, sondern auch der Dünger wird auf den Flächen produziert.

Es ist eine Herausforderung, eine genügende Nährstoffversorgung zu gewährleisten – primär N und P

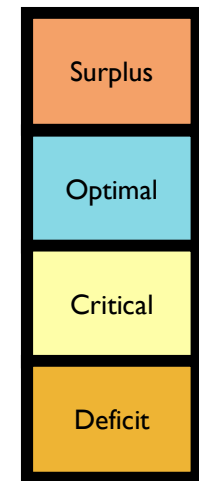


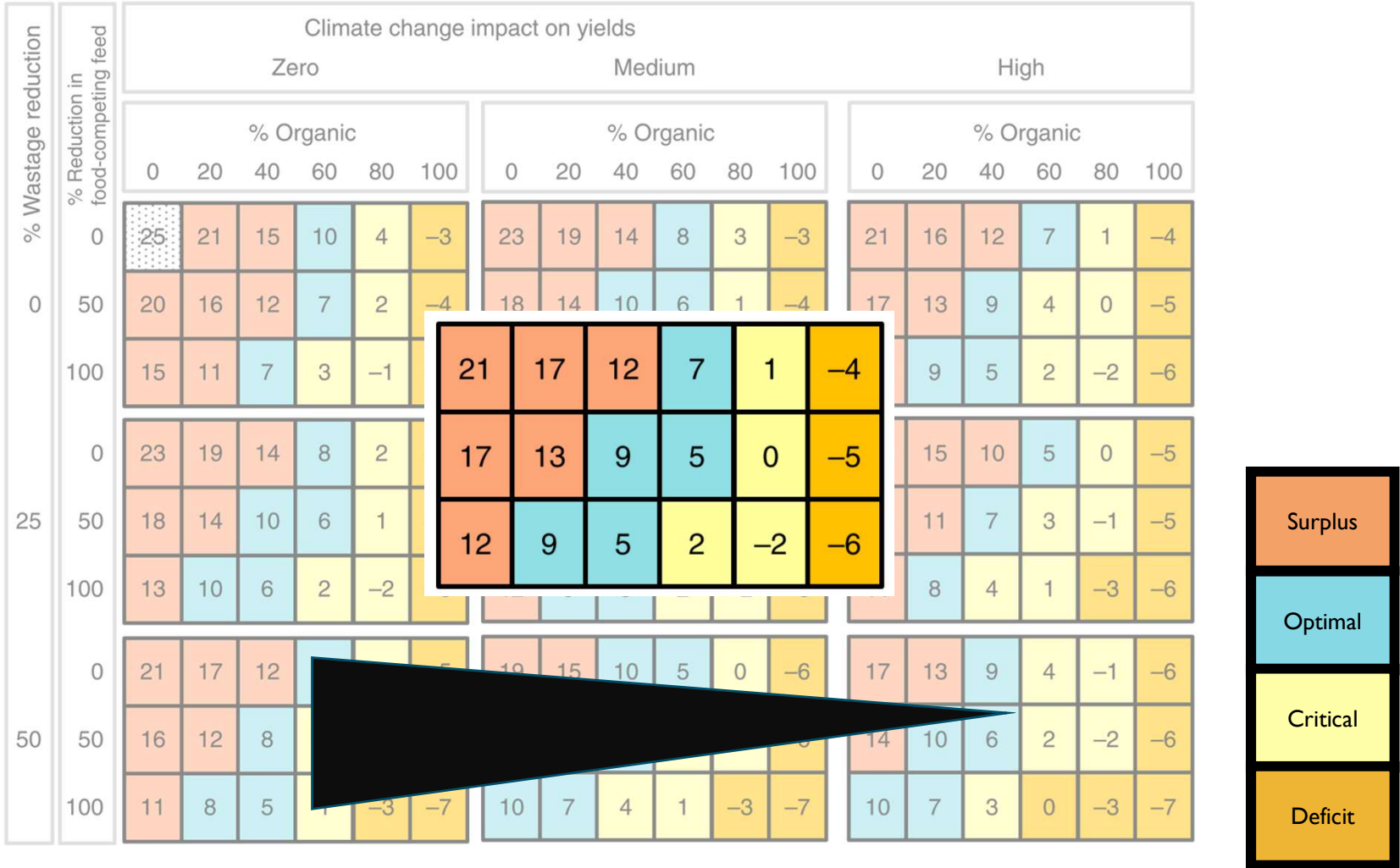
		Climate change impact on yields																	
		Zero						Medium						High					
		% Organic						% Organic						% Organic					
		0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
0	% Wastage reduction	25	21	15	10	4	-3	23	19	14	8	3	-3	21	16	12	7	1	-4
	% Reduction in food-competing feed	20	16	12	7	2	-4	18	14	10	6	1	-4	17	13	9	4	0	-5
		15	11	7	3	-1	-5	13	10	7	3	-1	-5	12	9	5	2	-2	-6
25	% Wastage reduction	23	19	14	8	2	-4	21	17	12	7	1	-4	19	15	10	5	0	-5
	% Reduction in food-competing feed	18	14	10	6	1	-5	17	13	9	5	0	-5	15	11	7	3	-1	-5
		13	10	6	2	-2	-6	12	9	5	2	-2	-6	11	8	4	1	-3	-6
50	% Wastage reduction	21	17	12	7	1	-5	19	15	10	5	0	-6	17	13	9	4	-1	-6
	% Reduction in food-competing feed	16	12	8	4	0	-6	15	11	7	3	-1	-6	14	10	6	2	-2	-6
		11	8	5	1	-3	-7	10	7	4	1	-3	-7	10	7	3	0	-3	-7





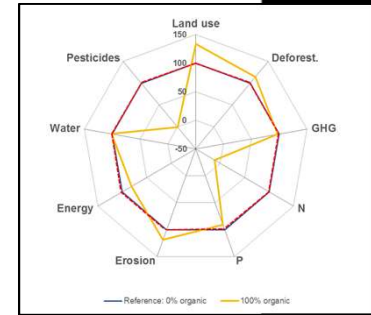
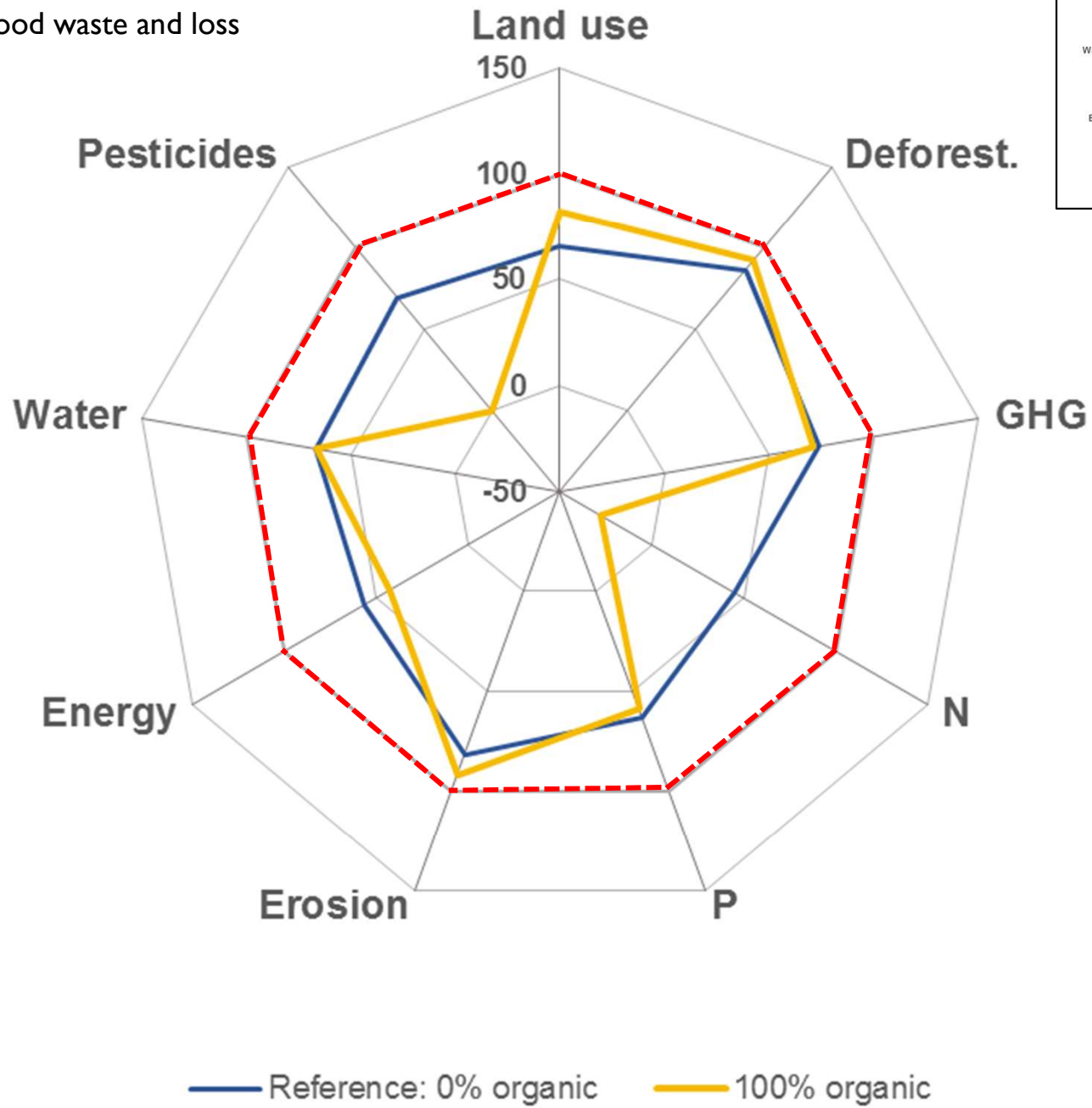
25





Weitere Umweltindikatoren neben Landverbrauch und N-Überschüssen

100% food competing feed
reduction
50% less food waste and loss



**Es geht nicht primär darum, auf 100% Bio umzustellen
– die Kombination verschiedener Strategien ist
vielversprechend und nötig**



% Wastage reduction % Reduction in food-competing feed		Climate change impact on yields																	
		Zero					Medium					High							
		% Organic					% Organic					% Organic							
		0	20	40	60	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	
0	0	5	10	17	25	33	21	26	33	40	47	57	46	50	54	58	64	71	
	50	-16	-12	-8	-4	2	8	2	7	10	16	22	27	25	26	29	32	35	40
	100	-26	-24	-20	-16	-12	-8	-9	-6	-3	1	5	9	12	13	14	15	17	20
25	0	-6	-1	5	10	18	26	14	20	25	32	40	48	39	42	45	50	56	61
	50	-22	-18	-13	-8	-4	-2	-4	0	5	9	14	21	18	20	22	25	27	32
	100	-30	-27	-25	-21	-17	-13	-14	-11	-8	-5	-1	4	6	7	8	8	10	13
50	0	-11	-7	-1	5	11	20	8	13	18	25	32	40	30	34	38	42	47	53
	50	-25	-23	-19	-14	-9	-4	-9	-6	-2	3	8	14	10	12	15	17	21	25
	100	-35	-32	-29	-25	-22	-18	-19	-17	-13	-9	-3	3	-1	0	1	3	4	7

% Wastage reduction % Reduction in food-competing feed		Climate change impact on yields																	
		Zero					Medium					High							
		% Organic					% Organic					% Organic							
		0	20	40	60	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	
0	0	25	21	15	10	4	-3	23	19	14	8	3	-3	21	16	12	7	1	-4
	50	20	16	12	7	2	-4	18	14	10	6	1	-4	17	13	9	4	0	-5
	100	15	11	7	3	-1	-5	13	10	7	3	-1	-5	12	9	5	2	-2	-6
25	0	23	19	14	8	2	-4	21	17	12	7	1	-4	19	15	10	5	0	-5
	50	18	14	10	6	1	-5	17	13	9	5	0	-5	15	11	7	3	-1	-5
	100	13	10	6	2	-2	-6	12	9	5	2	-2	-6	11	8	4	1	-3	-6
50	0	21	17	12	7	1	-5	19	15	10	5	0	-6	17	13	9	4	-1	-6
	50	16	12	8	4	0	-6	15	11	7	3	-1	-6	14	10	6	2	-2	-6
	100	11	8	5	1	-3	-7	10	7	4	0	-7	10	7	3	0	-3	-7	

Herausforderungen I

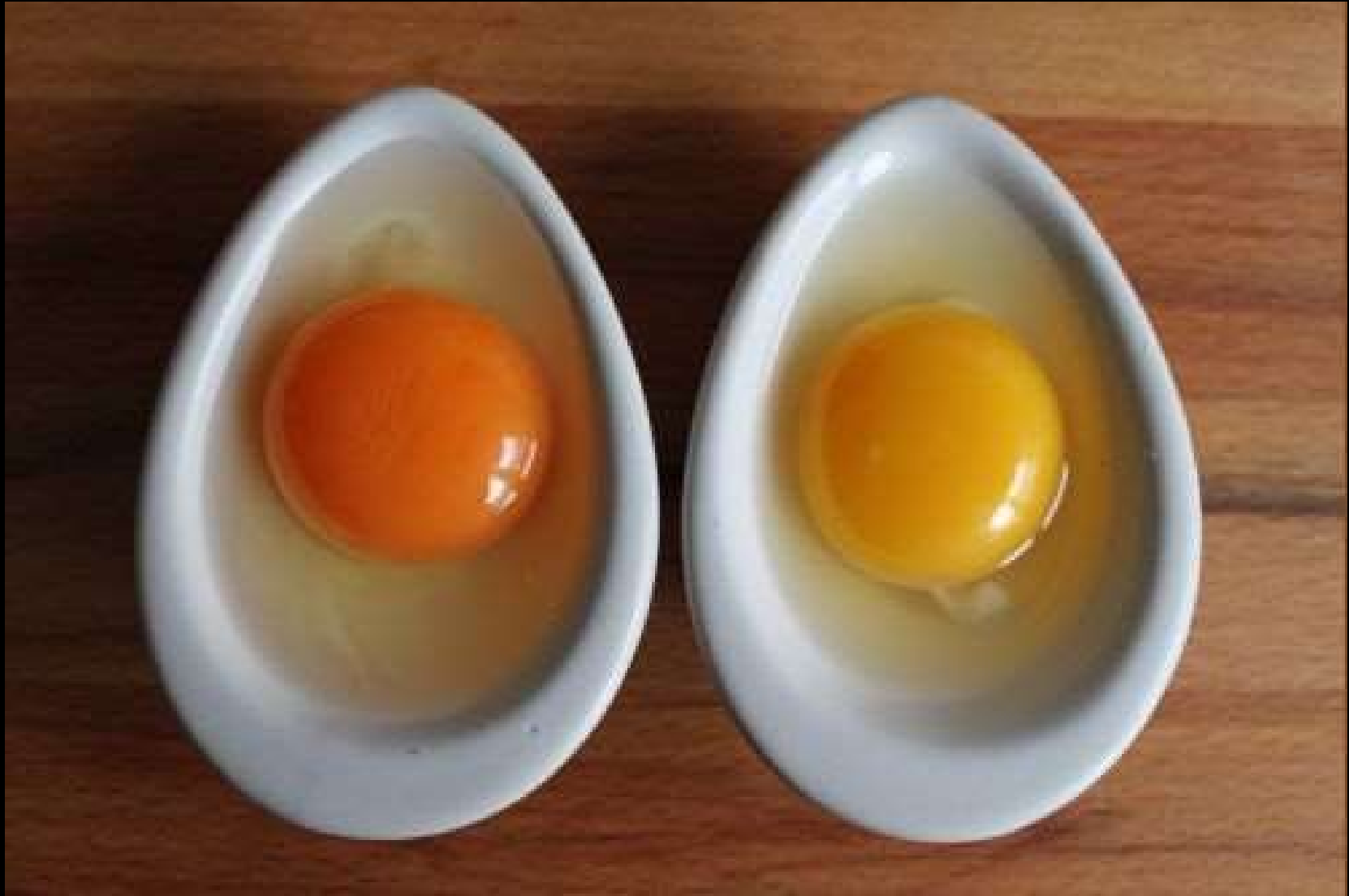
Stickstoffversorgung

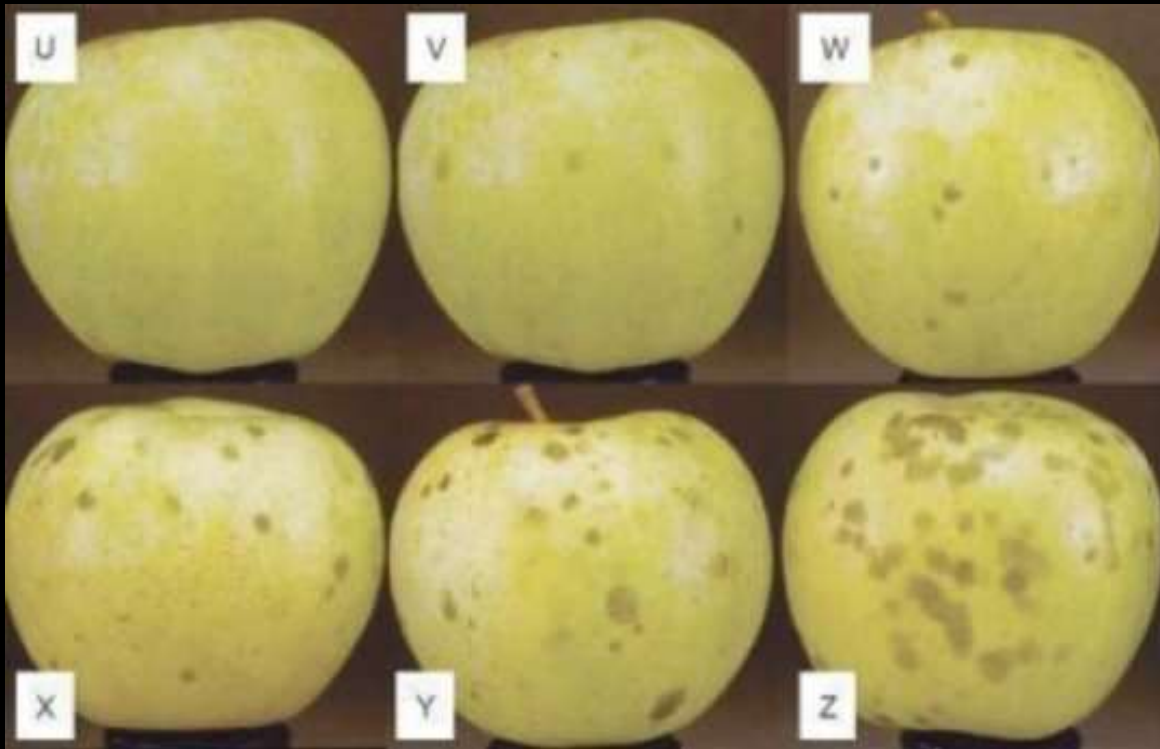
Erträge

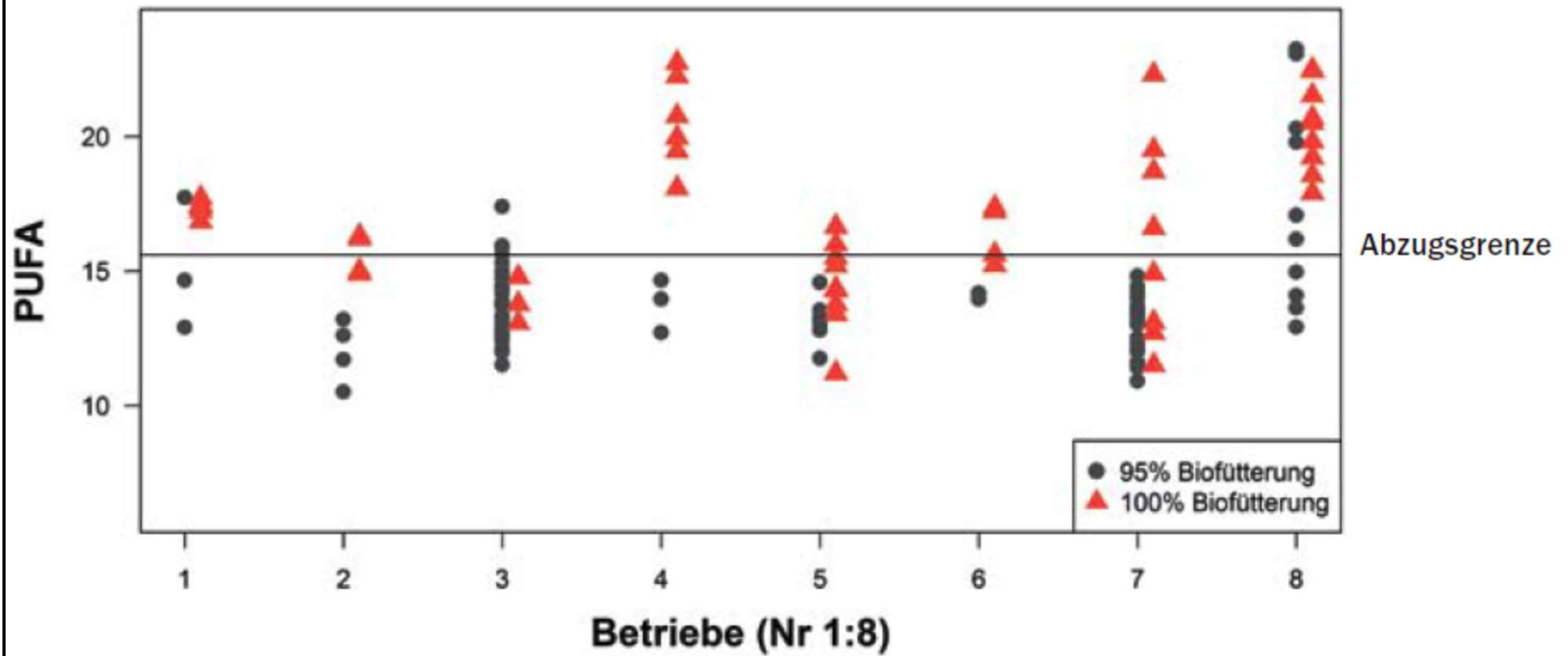
Fruchtfolgen

Herausforderungen II

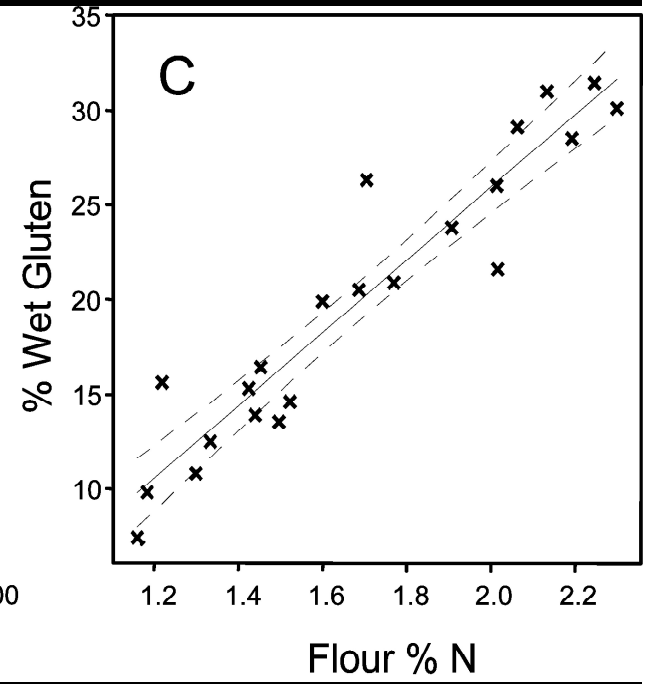
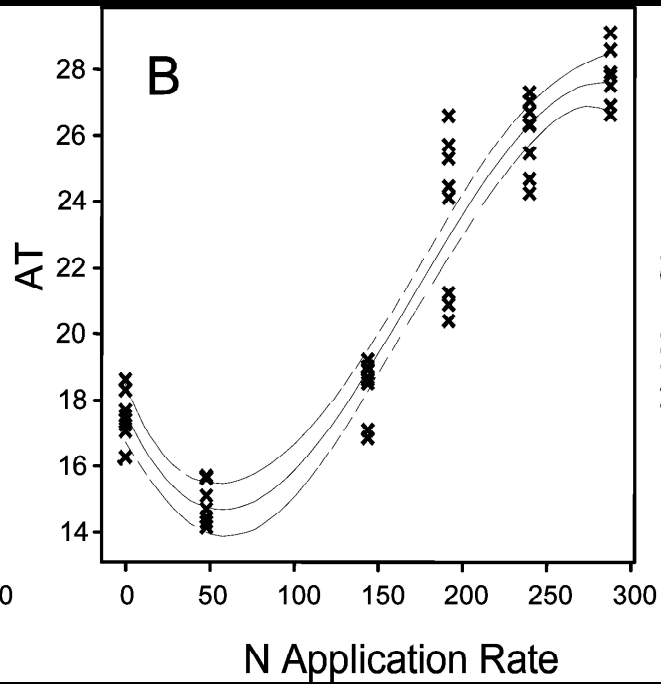
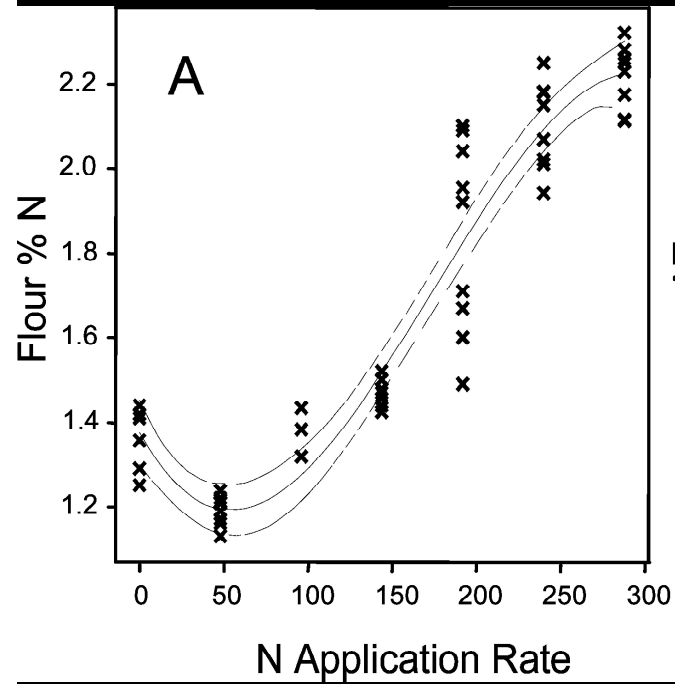
Anforderungen der Verarbeitung und des Handels
Wünsche der Konsumentinnen und Konsumenten







Vergleich der PUFA-Zahl-Messungen zwischen 100 Prozent Biofütterung und 95 Prozent Biofütterung auf acht Versuchsbetrieben mit unterschiedlichen Futterrationen. Grafik: FiBL



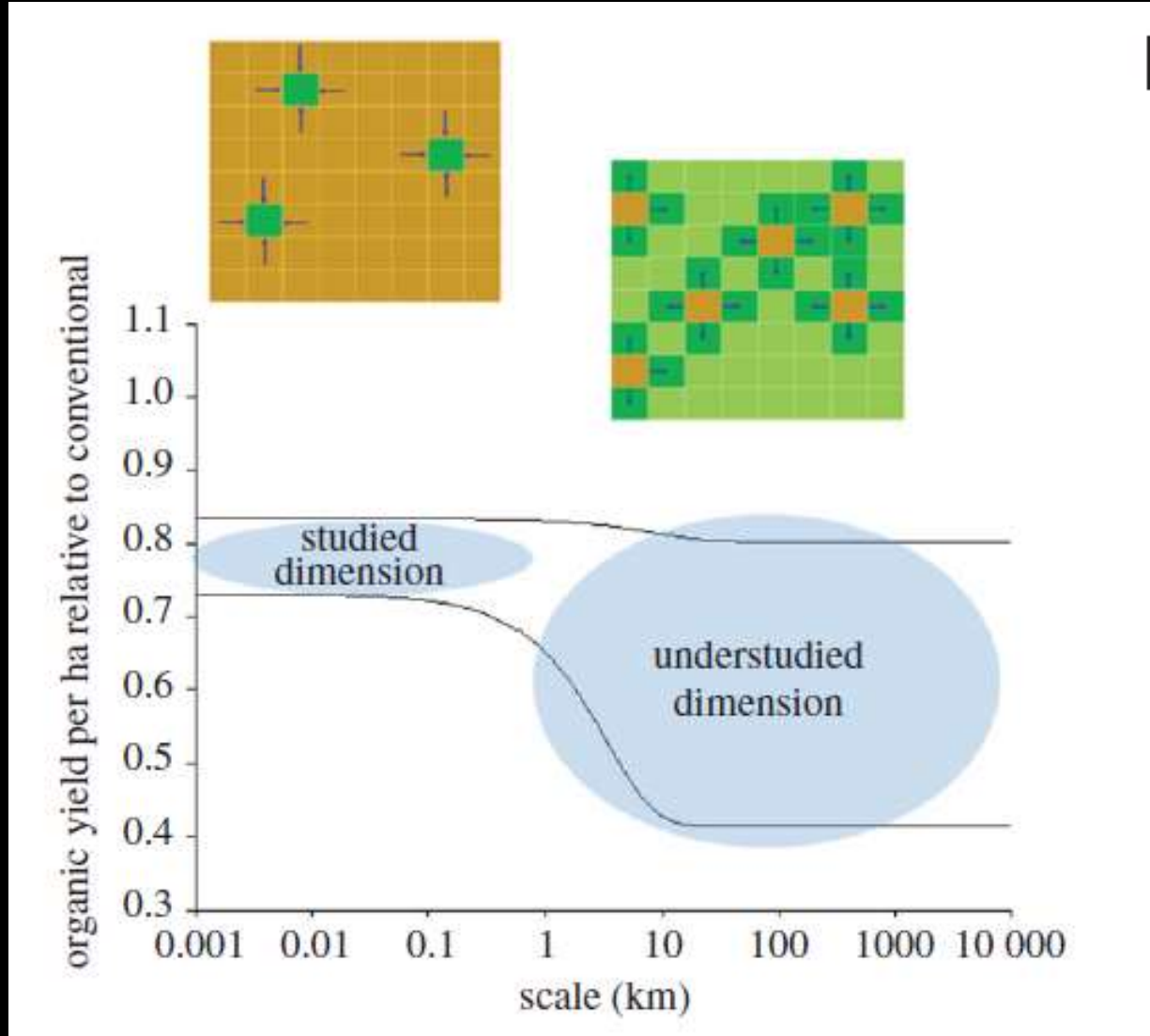
Tierwohl:

- Weidebeef
- Bruderhähne



Herausforderungen III

Feld- versus Landschaftsskala



Herausforderungen IV

Diese Szenarien bedingen massive Veränderungen in der Ernährung – das sei völlig unrealistisch

Replik:

«Option Space» – Raum der Möglichkeiten

Wir brauchen in jedem Fall eine drastische Veränderung

Land use

Billion hectares

Land occupation:

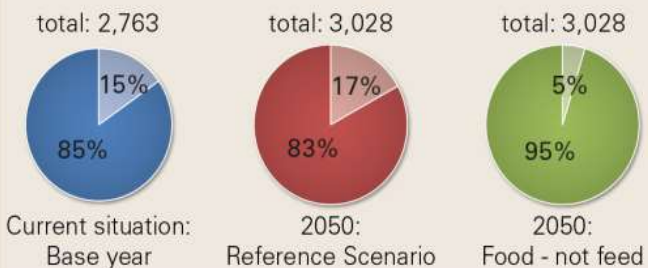
- Current situation: Base year
- 2050: Reference scenario
- 2050: Food - not feed



Diets

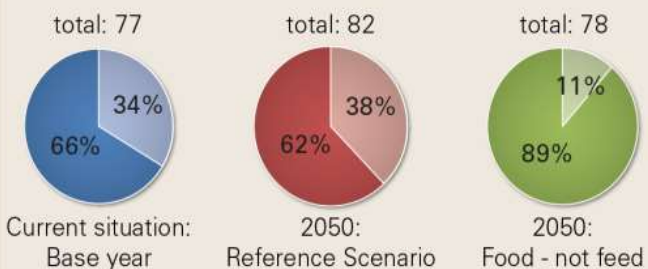
Energy intake

Kcal/cap/day



Protein intake

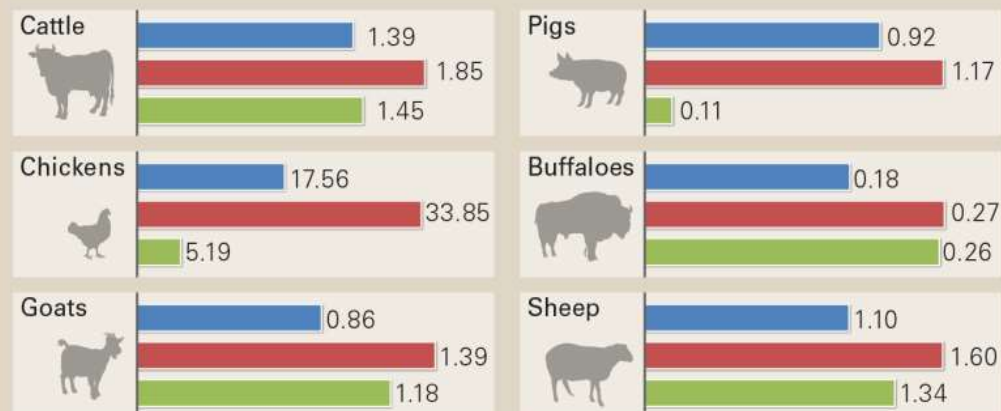
G Protein/cap/day



Livestock

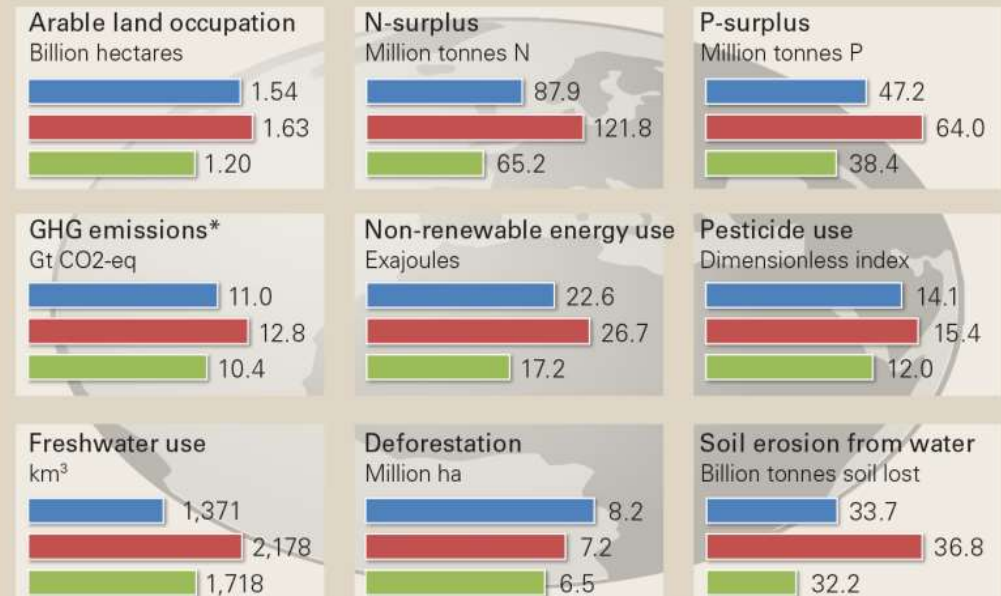
Billion animals

- Current situation: Base year
- 2050: Reference Scenario
- 2050: Food - not feed



Environment

- Current situation: Base year
- 2050: Reference Scenario
- 2050: Food - not feed



* GHG emissions include emissions from input provision, deforestation and organic soils.

Leitbild für eine Landwirtschaft und Ernährungssysteme der Zukunft

- Produktion zusammen mit Konsum betrachten
- Ziel: das Ernährungssystem «kleiner» machen
 - weniger Nährstoff-, Masse-, Energie-Umsatz und -inputs
 - Zirkularität:
 - wenig Futter vom Acker
 - wenig externe Inputs
 - Fokus auf Konsistenz und Suffizienz statt auf Effizienz

Leitbild für eine Landwirtschaft und Ernährungssysteme der Zukunft

- Politik: Internalisierung externer Kosten
 - Auf die grossen Hebel fokussieren:
 - Externe N-Inputs
 - Pestizide
 - (fossile Energie)
- Wirtschaft: Rolle der Unternehmen
 - - Business plans für ein zirkuläres Ernährungssystem in 2050

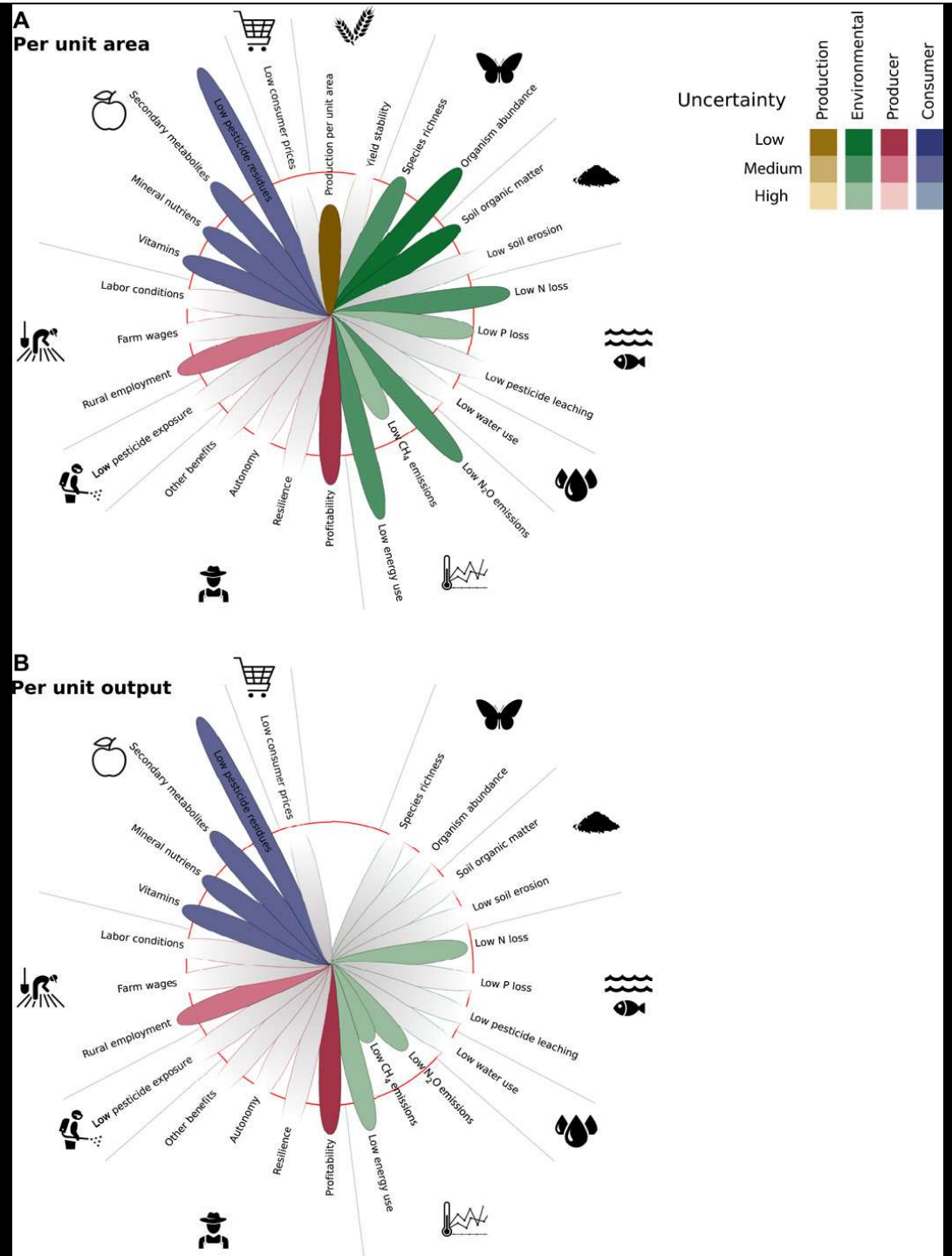
Biolandbau / Agrarökologie

- nachhaltig, multidimensional, extensiv, wissensintensiv
- zertifiziert / nicht zertifiziert
- Ist es eine Option für alle Bauern und Standorte?



Umweltwirkungen pro Fläche

pro Kilo Produkt



Profitabilität

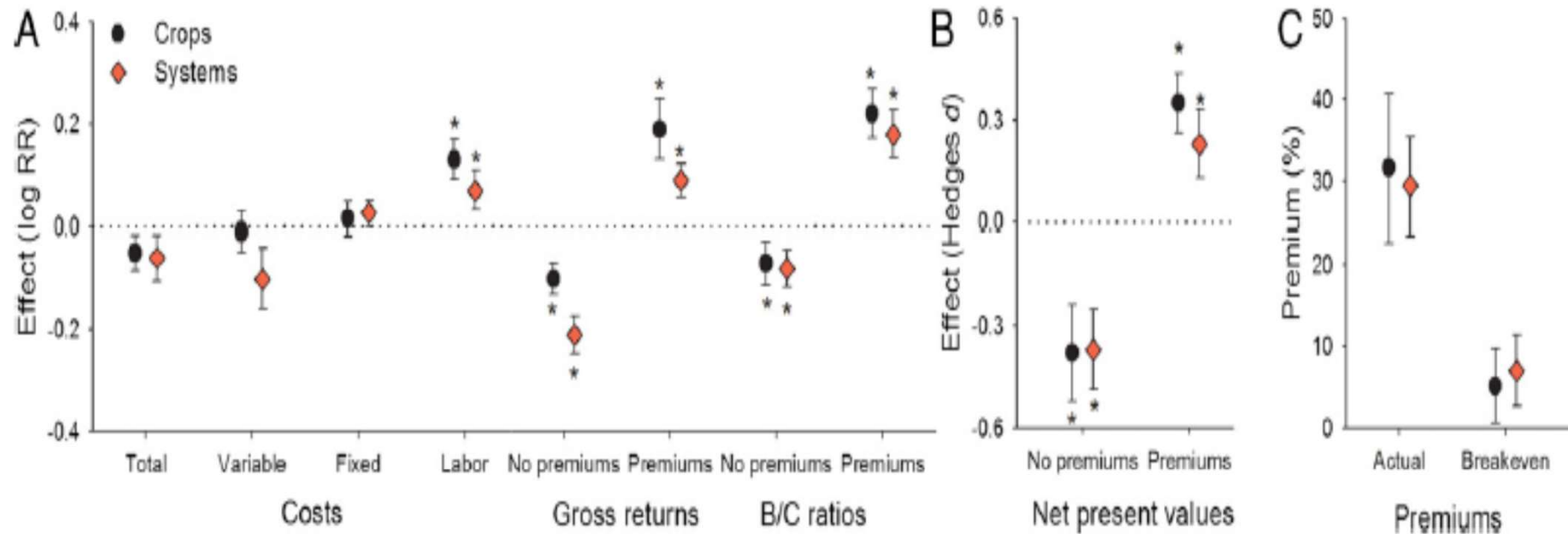


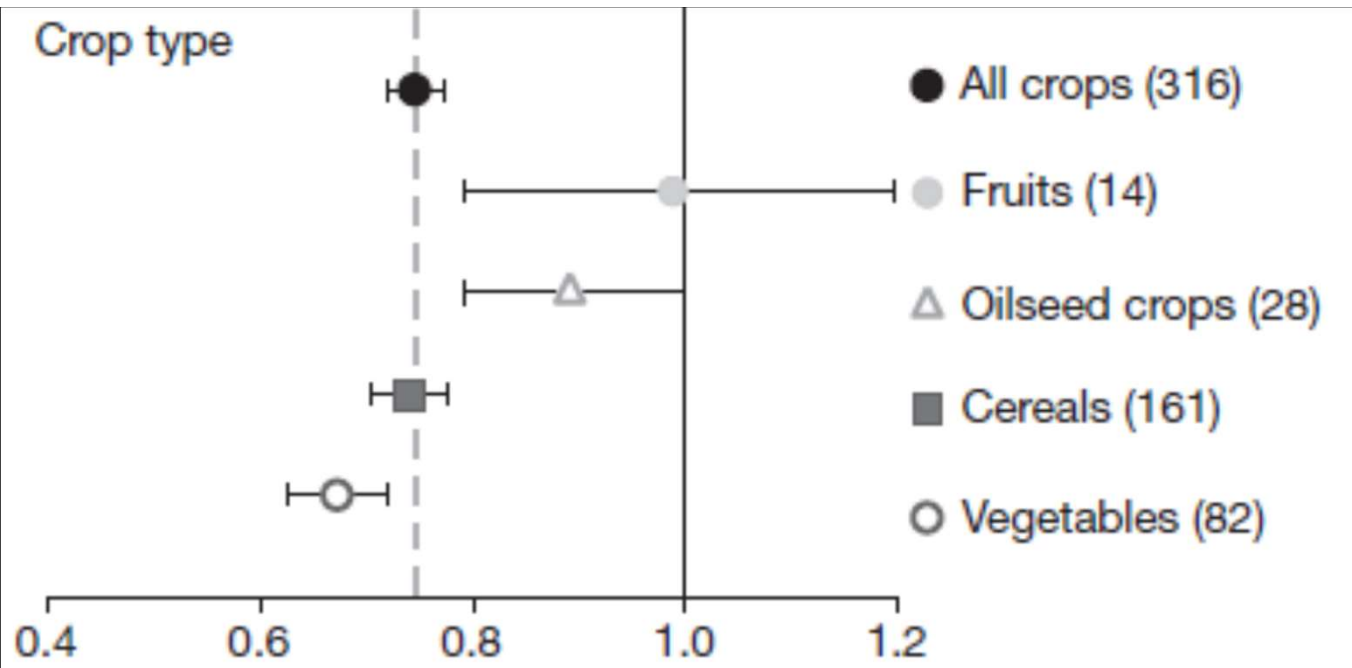
Fig. 1. Financial performance of organic compared with conventional crops and systems. Shown are the median log response-ratios (RR; \pm SE) for costs, gross returns, and benefit/cost (B/C) ratios (A), median Hedges d values (\pm SE) for net present values (B), and organic premiums awarded and breakeven premiums needed for organic net present values to match conventional net present values (C). In A and B, asterisks indicate significant differences from 0. Positive values indicate financial parameters were higher in organic agriculture compared with conventional agriculture.

Table 1. Average yield ratio (organic : non-organic) and standard error (S.E.) for ten individual food categories recognized by the FAO¹⁹ and three summary categories. Average yield ratio based on data from 91 studies (see Appendix 1 for data and sources). (A) All countries. (B) Developed countries. (C) Developing countries.

Food category	(A) World			(B) Developed countries			(C) Developing countries		
	<i>N</i>	Av.	S.E.	<i>N</i>	Av.	S.E.	<i>N</i>	Av.	S.E.
Grain products	171	1.312	0.06	69	0.928	0.02	102	1.573	0.09
Starchy roots	25	1.686	0.27	14	0.891	0.04	11	2.697	0.46
Sugars and sweeteners	2	1.005	0.02	2	1.005	0.02			
Legumes (pulses)	9	1.522	0.55	7	0.816	0.07	2	3.995	1.68
Oil crops and veg. oils	15	1.078	0.07	13	0.991	0.05	2	1.645	0.00
Vegetables	37	1.064	0.10	31	0.876	0.03	6	2.038	0.44
Fruits, excl. wine	7	2.080	0.43	2	0.955	0.04	5	2.530	0.46
All plant foods	266	1.325	0.05	138	0.914	0.02	128	1.736	0.09
Meat and offal	8	0.988	0.03	8	0.988	0.03			
Milk, excl. butter	18	1.434	0.24	13	0.949	0.04	5	2.694	0.57
Eggs	1	1.060		1	1.060				
All animal foods	27	1.288	0.16	22	0.968	0.02	5	2.694	0.57
All plant and animal foods	293	1.321	0.05	160	0.922	0.01	133	1.802	0.09

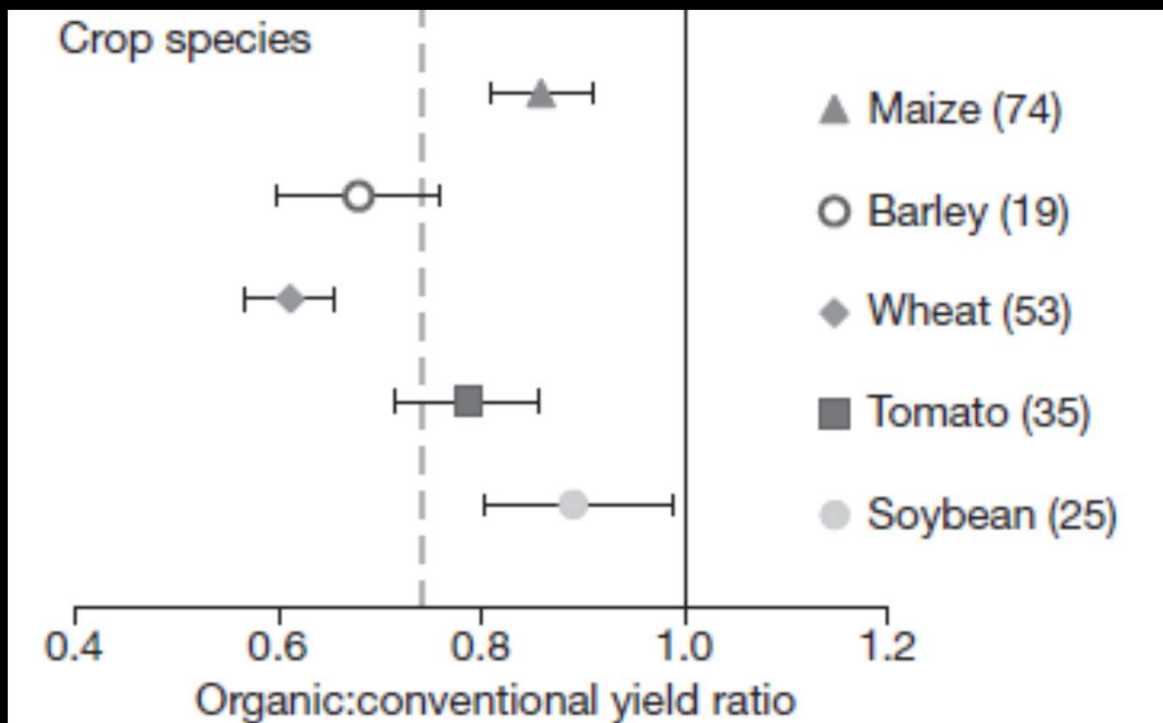
Erträge

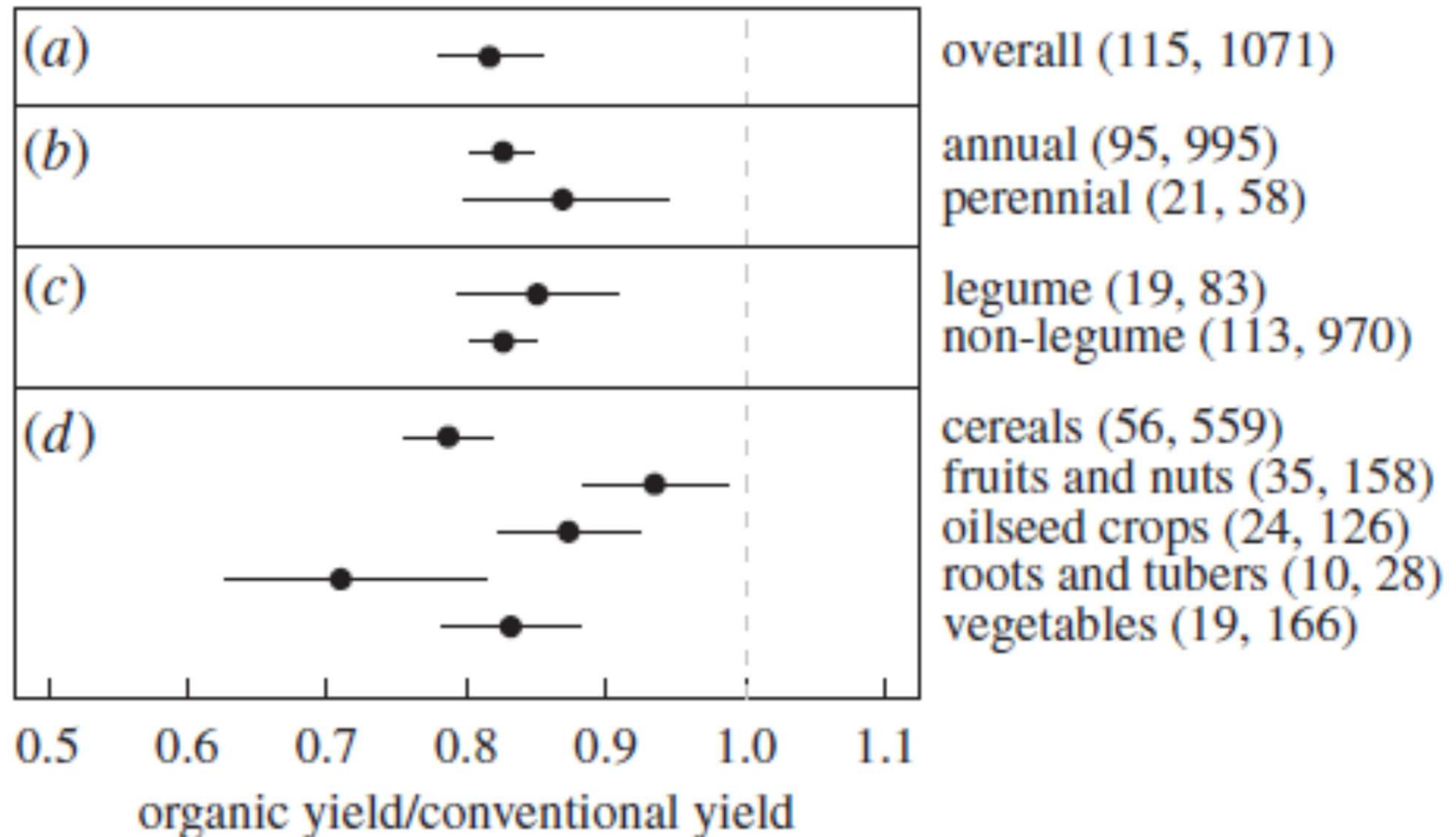
Crop type



Erträge

Crop species





Erträge

Agrarökologie und Anpassung an den Klimawandel

Table key		Performance with respect to the baseline:																									
✓	significantly better	✓	better, but not significant																								
✗	significantly worse	✗	worse, but not significant																								
0	no effect																										
red	Practices reported in meta-analyses that may not be deemed agroecological in all cases																										
blue	Indicators referring to temporal stability/variability																										
	Soil organic carbon	Soil microbiome	soil biodiversity																								
	Indicators for climate change adaptation																										
	Soil health				Biodiversity				Plant protection						Productivity						Employment	Health					
	Soil organic carbon contents	Soil organic carbon sequestration	Total soil N	Soil loss	Soil fertility	Soil microbial activity	Soil microbial biomass	Soil biodiversity (microbial diversity/richness)	Nematode abundance	Species richness/abundance/diversity	Stability of species richness/abundance	Natural plant protection	Level of biological control	Animal pest abundance	Weed abundance	Pathogen abundance	Total biomass production	Stability in total production	Yield	yield stability	Pollination services	Resource use efficiency	Ecosystem services stability	Profitability	Stability of costs and profits	Rural employment	Exposure to pesticides
Agroecological practices	Organic agriculture	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✗	✓			✗	✗		0			0	✓	✓
	Low-input systems								✓	✓									✗								
	Agroforestry (incl. silvopast.)				✓	✓	✓			✓							✓										
	No tillage	✓				✓													✗	✗							
	Reduced tillage	✓		✓		✓	✓										✗		✓								
	Cover crops	✓		✓			✓																				
	Biochar	✓																									
	Organic fertilizers (incl. residues)	✓		✓		✓			✓	✓								✗		✓							
	Crop rot./diversity/intercropping	✓	✓	✓			✓	✓		✓		✓							✓	✓	✓				✓	✓	✓
Grassland diversity																			✓								
Practices enhancing biodiversity & complex landscapes												✓							✓		✓	✓	✓				

Nachhaltige Ernährungssysteme, nachhaltige Landwirtschaft – worum geht es eigentlich?

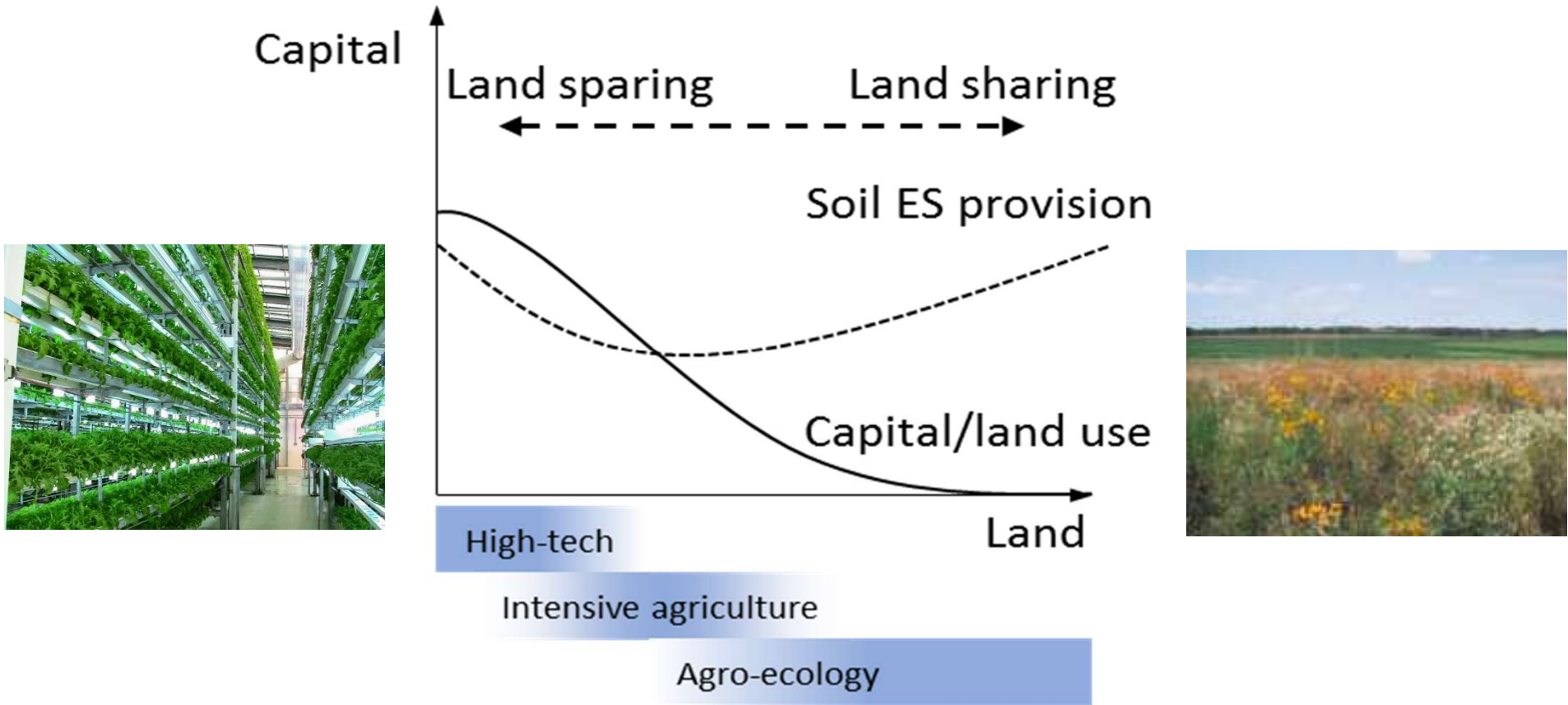
- Was ist nachhaltige Landwirtschaft?
- Welche Rolle spielt “Natürlichkeit” in nachhaltiger Landwirtschaft?
- Was ist ein landwirtschaftlicher Betrieb?



Nachhaltige Ernährungssysteme

1. Das heutige «konventionelle» Ernährungssystem ist nicht nachhaltig
2. Eine alleinige Umstellung auf Bio ohne weitere Änderungen wäre aber auch kein nachhaltiges Ernährungssystem

Natürlichkeit



Was wollen die Konsumentinnen und Konsumenten?

1. Natürlichkeit?
2. Sind gutes Essen, gute Produktion überhaupt wichtig?

Nährstoffversorgung

1. Weshalb kein Mineraldünger auf ganz armen Böden?
2. Bioenergie in nachhaltigen Landwirtschaftssystemen?

Was ist ein landwirtschaftlicher Betrieb?



Die grossen Fragen: Umsetzung, Politik?

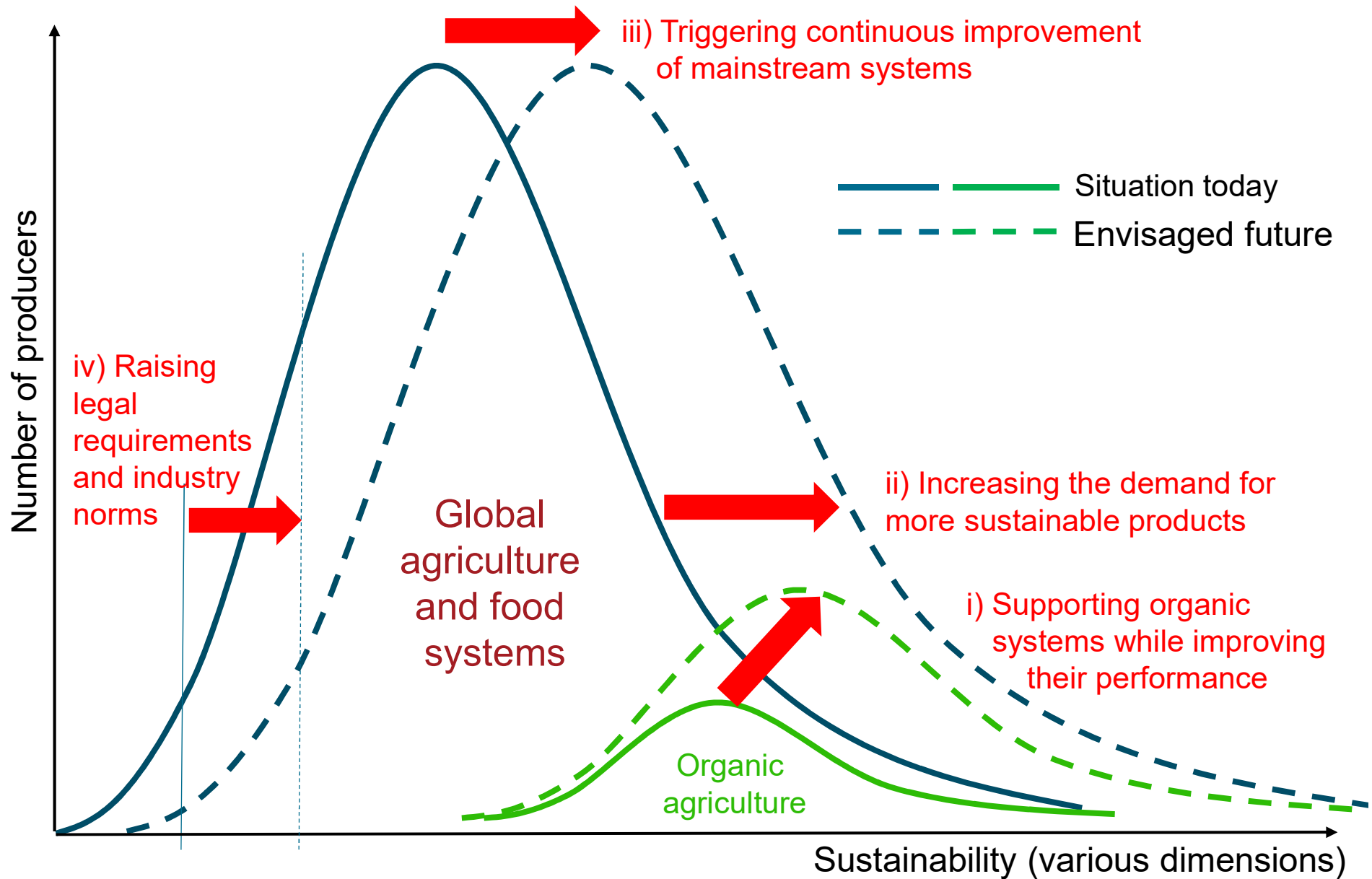
1. Weshalb sind solche Modelle wichtig?
sie informieren über verschiedene Situationen
«Option Space»
Zusammenspiel verschiedener Konzepte
2. Rolle des Biolandbaus in dieser Diskussion?
3. Handeln: Liberale Gesellschaft
4. Handeln: Technokratie versus Politik

Weshalb sind Modelle hilfreich?

- Sie helfen dabei, sich gegen die Dominanz des Effizienzdenkens und der Ertragsdiskussion zu wehren;
- Sie tragen aktiv zu diesem Diskurs bei und bietet neue Ansätze, um landwirtschaftliche Produktionssysteme zu vergleichen und die Nachhaltigkeit von Ernährungssystemen zu analysieren;
- Sie stellen Chancen und Risiken landwirtschaftlicher Produktion in einen weiteren Kontext;
- Sie helfen, sich der Stärken und Schwächen verschiedener Zugänge bewusst zu werden und trägt so dazu bei, zwischen den verschiedenen Ansätzen zu vermitteln.
 - «Boundary Objects»; Stakeholder-Dialog; Austausch Wissenschaft-Gesellschaft;

Welche Rolle spielt Bio in nachhaltigen Ernährungssystemen?

Policy levers driving sustainability in global agriculture



Nachhaltigkeit in liberalen Gesellschaften

- Freiheit
- Gerechtigkeit
- Nichtschadensprinzip
- Suffizienz?

Schlussfolgerungen

1. “Effizienz” ist wichtig, aber es ist auch zentral, sich um “Suffizienz” zu bemühen, und “Konsistenz” trägt auch wesentlich zu gangbaren Lösungen bei.

Deshalb ist die Ertragslücke nicht so wichtig.

Wir müssen entlang aller Indikatoren leidlich gut sein – aber bei keinem maximal.

2. Wir brauchen die Ernährungssystemperspektive, nur die Nachhaltigkeit der Produktion anzuschauen ist nicht genug, der Konsum ist zentral.

Wir vernachlässigen sonst zentrale Handlungsoptionen und die Risiken von Verlagerungseffekten («Leakage») sind gross.

Deshalb muss ein zentraler Fokus auf dem Konsum liegen.

Schlussfolgerungen

3. Was ist nachhaltige Landwirtschaft? Insbesondere: Welche Rolle spielt “Natürlichkeit”? – Wir müssen kritische Fragen stellen!
Deshalb darf man nie aufhören über diese Begriffe nachzudenken.
4. Ernährungssystemmodelle helfen dabei, die Informationen zusammenzutragen und den systemischen Aspekten Nachachtung zu verschaffen;
sie ergänzen LCA, SMART und andere Ansätze, die auf die Feld-, Produkt- oder Betriebsebene fokussieren;

Die grosse Frage, die grosse Lücke

Handeln: liberale Gesellschaft

Handeln: Verändern der Konsummuster

Und natürlich zentral dabei: **Anreizsysteme**

aber:

Handeln: Technokratie – Politik

wegen Anreizen – aus Überzeugung



Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

adrian.mueller@fibl.org

